

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
Ústav pro životní prostředí



**Potrava kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*)
v konfliktních lokalitách**

Diet of great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) in conflict localities

Diplomová práce

Bc. Pavlína Ráslová
Vedoucí práce: RNDr. Martin Čech, Ph.D.

Akademický rok 2014/2015

Srpen 2015

Poděkování

Mé největší poděkování patří školiteli RNDr. Martinovi Čechovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, zapůjčení materiálů, jeho cenné rady a především velkou trpělivost i podporu. Děkuji svému příteli, rodině a přátelům, kteří mi byli celou dobu studia velkou oporou a nikdy ve mně neztratili důvěru.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně s využitím uvedené literatury a informací, na něž odkazuji. Svoluji k jejímu zapůjčení s tím, že veškeré (i přejaté) informace budou řádně citovány. Rovněž prohlašuji, že předložená diplomová práce je totožná s elektronickou verzí vloženou do SIS.

V Praze dne

Bc. Pavlína Ráslová

Obsah

Úvod	1
Aktuální stav kormorána velkého v ČR.....	1
Potravní ekologie kormorána velkého	2
Materiál, metodika	5
Sběrové lokality	5
Terénní sběry.....	8
Laboratorní zpracování vzorků	10
Statistické zpracování dat.....	15
Výsledky.....	16
Potrava kormorána velkého ve sběrové lokalitě Žehuňský rybník	16
Druhová skladba ryb v potravě kormorána velkého	17
Velikost a váha ulovených ryb.....	19
Hospodářsky významné druhy ryb	25
Index diverzity	27
Potrava kormorána velkého ve sběrové lokalitě Zábělá	29
Druhová skladba ryb v potravě kormorána.....	30
Velikost a váha lovených ryb	32
Hospodářsky významné druhy ryb	38
Index diverzity	39
Srovnání druhové diverzity lovených ryb mezi oběma lokalitami	42
Diskuse	44
Nejvýznamnější složky a druhové složení ryb v potravě kormorána	44
Změny a vývoj složení potravy v průběhu zimního období.....	46
Alternativní vodní plochy v okolí sledovaných lokalit jako další potenciální zdroje potravy kormoránů.....	47
Velikost a váha lovených ryb	48
Srovnání podílu hospodářsky významných druhů ryb ve sběrových lokalitách.....	51
Srovnání pestrosti druhového spektra lovených ryb ve sběrových lokalitách.....	51
Využití požírákových zubů a drtících destiček kaprů a amurů pro výpočet parametrů délky a váhy ryb.....	54
Závěr	55
Přehled citované literatury.....	56
Fotografická příloha	61

Abstrakt

Kontinentální subspecie kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo sinensis*) je na území České republiky nejvýznamnějším rybožravým predátorem. Způsobuje škody na rybách produkčním a zejména sportovním rybářům, a ani po svém vyškrtnutí ze seznamu zvláště chráněných živočichů v roce 2013 nevymizel ze středu zájmu rybářů i badatelů.

Tato diplomová práce hodnotí kvalitativní a kvantitativní složení potravy kormoránů v zimním období 2011/2012 na dvou vytipovaných lokalitách: Žehuňský rybník (okres Kolín) a řeka Berounka v přírodní rezervaci Zábělá u Plzně. Dále tato práce definuje hlavní složky potravy kormorána v těchto oblastech a vyhodnocuje případné výkyvy a změny ve složení potravy během zimy. V rámci studie proběhly také analýzy podílu lovených hospodářsky cenných druhů ryb a pestrosti druhového spektra. Výsledné údaje obou lokalit jsou porovnány mezi sebou a s relevantní literaturou.

Pro potravní analýzu byly použity vývržky kormoránů, diagnostické kosti a zbytky ryb nalezené na nocovištích. Z výsledků této analýzy bylo zjištěno, že v obou lokalitách lovili kormoráni nejvíce plotici obecnou. Z hlediska biomasy byl na Žehuňském rybníku nejvíce loven kapr obecný, zatímco na Zábělé dominovala plotice obecná.

Pokud porovnáme obě lokality z hlediska druhové diverzity odlovené ichtyofauny, byla tato jednoznačně vyšší na řece Berounce. Druhové spektrum ryb, které kormorán lovil, se během zimy měnilo u obou lokalit pouze u některých druhů ryb.

Podíl hospodářsky cenných ryb (kapr obecný, amur bílý, štika obecná, candát obecný, lín obecný a bolen dravý) byl v potravě kormoránů na Žehuňském rybníku jak na počtu ryb, tak i v podílu celkové ulovené biomasy dvojnásobný oproti lokalitě Zábělá.

Klíčová slova: vývržky, zbytky ryb, diagnostické kosti, denní spotřeba potravy, ztráty na rybách, kormorán veliký, Žehuňský rybník, Zábělá, Berounka, hospodářsky cenné ryby, kapr obecný, plotice obecná, biomasa, zima, diverzita

Abstract

Continental subspecies of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) is the Czech Republic's most important fish-eating predator. It causes damage to production fish, as well as sport fishermen and even after its removal from the Czech list of endangered species in 2013, it did not disappear from the spotlight of both local fishermen and researchers.

This thesis evaluates the qualitative and quantitative composition of the cormorant's diet during winter 2011/2012 at two selected locations: the Žehuň pond (Kolín district) and Berounka river in the natural reserve Zábělá near Pilsen. This work studies the main components of cormorant's diet in the selected locations and evaluates potential fluctuations and changes in its composition during winter. The study also conducted the analysis of the proportion of commercially harvested valuable fish in cormorant's diet and studied its diversity of the species spectrum. The resulting data for the two sites were compared with each other and with relevant literature. Regurgitated pellets analysis, as well as analysis of diagnostic bones and fish remains located at the sleeping roosts (night roosts) were used for the diet analysis. It was found that at both sites roach was the most caught fish, but from the point of view of total biomass, it was surpassed by the carp at the Žehuňský pond location, while the roach dominated in biomass at Zábělá.

When comparing the two locations in terms of species diversity of the caught ichthyofauna, it was significantly higher on the Berounka river (Zábělá) location. The spectrum of species of fish caught by the cormorant experienced fluctuations only for a few fish species during winter at either of the sites. The proportion of economically valuable fish (carp, grass carp, pike, perch, tench and asp) in the cormorant's diet was almost twice as large at the Žehuň pond location compared to Zábělá.

Keywords: regurgitated pellets, fish remains, diagnostic bones, daily food intake, fish losses, great cormorant, Žehuň pond, Zábělá, Berounka, economically valuable fish, carp, roach, biomass, winter, diversity

Úvod

Aktuální stav kormorána velkého v ČR

Kormorán velký (*Phalacrocorax carbo*) je na českých vodách častým a pravidelným hostem především od konce 20. století. Ačkoliv se jedná o druh, který byl původně rozšířen hlavně na mořském pobřeží a v deltách velkých řek, našel ve vnitrozemských vodách Střední Evropy příhodné podmínky pro své hnízdění i zimování. K celoevropské expanzi druhu došlo především v poslední čtvrtině 20. století (Andreska & Rusňák, 2008). Během 19. století však z mnoha zemí Evropy zmizel díky svému pronásledování a znovu se jeho početnost zvýšila až vzhledem k intenzivní ochraně od roku 1970 (Šťastný et al., 2006).

České vodní plochy se pro kormorány staly atraktivními především díky intenzivnímu tradičnímu rybníkářství a později i díky nezamrzajícím úsekům řek, oteplovanými vodou z přehrad (Andreska et al., 2007) a dalšímu tepelnému znečištění. V současné době ale kormoráni loví už i na menších říčkách a potocích (Čech, 2008).

Zpočátku pouze ojediněle sledovaná hnízdění kormoránů se v roce 2011 v České republice vyšplhala až na 295 párů (Musil et al., 2011), zatímco například v letech 2001 – 2003 bylo pozorováno 200 – 232 párů (Šťastný et al., 2006).

Mnoho kormoránů v České republice také zimuje a to přibližně 100 dní v roce (Vrána, 2014). V lednu roku 2012 dle mezinárodního sčítání vodních ptáků v České Republice zimovalo na našem území celkem 8606 ks kormoránů velkých (Musilová et al., 2014), z toho v Západních Čechách 553 ks a ve Středních Čechách 1556 ks.

Kormoráni jsou díky velmi efektivnímu lovu ryb a s ním spojenými škodami, které způsobují na rybnících a řekách (především v období jarních a podzimních migrací), rybáři nenáviděnými návštěvníky. Není tomu jinak ani na dvou konfliktních lokalitách, které byly vybrány pro účely této diplomové práce – Žehuňském rybníku v Královéhradeckém kraji a řece Berounce protékající přírodní rezervací Zábělá na Plzeňsku.

Přestože se kormorán hojně vyskytuje v těchto oblastech a jeho tamní působení je předmětem značného zájmu, doposud zde nebyl proveden systematický výzkum jeho potravní ekologie. Pro obě lokality tudíž chybí relevantní a vědecky ověřené podklady pro určení dopadů působení kormorány na rybích populacích.

Cílem této diplomové práce je prostřednictvím vývržků, diagnostických kostí a zbytků ryb nalezených na nocovištích kormorána velkého v lokalitách u Žehuňského rybníku a na Zábělé zmapovat kvalitativní a kvantitativní složení potravy kormorána velkého a případné změny v jejím složení v průběhu zimního období 2011/2012.

Současně tato práce definuje nejvýznamnější složky potravy kormoránů a porovnává výsledné údaje z obou lokalit. S tím souvisí také spekulace o dalších možných zdrojích potravy (jiné blízké vodní plochy) v okolí sledovaných konfliktních území. Doletová vzdálenost kormoránů velkých totiž může představovat kruh o poloměru 20 – 35 km (Platteeuw & Van Eerden, 1995; Gremillet & Argentin, 1998), jak je vidět na Mapách 1 a 2 pro Žehuňský rybník a Mapách 3 a 4 pro Zábělou.

Vzhledem k rozdílnému charakteru vybraných míst (řeka Berounka vs. chovný Žehuňský rybník), bude v diplomové práci vyhodnocen i podíl lovených, hospodářsky cenných ryb a porovnána pestrost druhového spektra ryb v těchto dvou oblastech. Na rozdíl od řeky Berounky v Zábělé, se na Žehuňském rybníku předpokládá nižší index diverzity potravy a vyšší podíl hospodářsky cenných druhů ryb.

Jelikož už není kormorán velký od 1. dubna roku 2013 řazen mezi zvláště chráněné druhy živočichů jako ohrožený druh (Zákon č. 114/1992 Sb. O ochraně přírody a krajiny a jeho prováděcí vyhláška č. 395/1992 Sb.), nevztahuje se proto na něj ani kompenzace škod produkčním rybářům (dle Zákona 115/2000 Sb. O poskytování náhrad škod způsobených vybranými zvláště chráněnými živočichy).

Přesto bylo snahou této práce přinést cenné výsledky a užitečné informace o potravě kormoránů a jejich vlivu na vodní ekosystémy konfliktních lokalit Žehuňský rybník a Zábělá, které budou využitelné pro potřeby sportovních i produkčních rybářů (ČRS, Rybářské sdružení ČR), ochranu přírody (AOPK ČR, MŽP ČR, ČSOP), či např. ornitologické obce (ČSO).

Potravní ekologie kormorána velkého

Kormorán velký je vysoce efektivním lovcem, jehož výhradní potravou jsou ryby (Andreska et al., 2007). Nejčastěji loví kormoráni hromadně, ve velkých hejnech a pouze menšina jedinců loví solitérně (Dirksen et al., 1995).

Dle holandské studie Van Eerden & Voslamber (1995) je technika hromadného lovu nejúčinnější především pro predaci hejnových ryb, ale stejně tak může být i odpovědí na zhoršenou kvalitu vody (např. nízká průhlednost vlivem letní eutrofizace na vodních nádržích).

Zároveň je takový lov snadnější pro obklíčení hejn ryb na větších vodních plochách (především s vysokým počtem ryb), štvání jich před sebou a natlačení na mělčinu (Veldkamp, 1997).

Díky tomu kormoráni ryby lépe pochytají, zároveň však mnoho z nich zraní, jelikož ryby napadají ze strany, často v oblasti za skřelemi (Hudec et al., 1994), což následně vede k sekundárním ztrátám na rybách (Čech, 2008). Adámek et al. (2007) ve své studii uvádí, že na kaprech došlo k zasažení až 10% těla, přičemž stejné procento později připadlo na nekrotickou tkáň.

K poranění ryb může vést jejich nadměrná velikost a špatné uchopení ostrou špičkou hákovitého zobáku kormorána (Adámek et al., 2007), případně prudké únikové reakce ryb do úkrytů (Vrána, 2014). Takové ryby následně trpí sekundárními plísňovými infekcemi, šířícími se vodou, po kterých ryby hynou (Adámek et al., 2007; Vrána, 2014).

Celkově intenzivní stres, kterým kormoráni na ryby působí, zvláště v období zimního energetického útlu, ještě více podporuje šíření infekčních onemocnění a ryby navíc ztrácejí kondici (Vrána, 2014). V zimě kormorány v honu na ryby často neodradí ani slabší led a nebojí se pod něj potápět nebo zobákem odsekat jeho slabší okraje (Čech, 2008).

Kormoráni jsou velmi úspěšnými predátory ve většině vodních ekosystémů. Dosahují toho především díky svým morfologickým adaptacím, a to například zcela smáčivému peří, které je považováno za prastarý morfologický znak (Grémillet & Wilson, 1999). To umožňuje kormoránům dobré potápění i do větších hloubek, ve kterých se ryby drží především v zimě (Voslamber et al., 1995).

Zároveň mají kormoráni velmi tenkou vrstvu tuku (Grémillet et al., 2001) a tudíž značně omezenou tělesnou izolaci, což vede k vysokým energetickým ztrátám i požadavkům (Grémillet & Wilson, 1999). Především během zimy, kdy se za rybami potápějí do ledové vody o teplotě 1 - 10°C, musí kormoráni stále udržovat vysokou tělesnou teplotu (až 42,3 °C), což je v chladném období zvláště energeticky náročné (Van Erden & Voslamber, 1995). Vzhledem k tomu musí mít kormorán velice rychlý metabolismus a nemůže v zimě dlouho hladovět (Vrána, 2014).

Při lovu ryb kormoráni musí minimalizovat čas strávený ve vodě, a kompenzovat ho naopak vysokou predační efektivitou (Grémillet et al., 2001; Van Eerden & Voslamber, 1995). Ve vztahu k vodním ptákům je však tato efektivita kormoránů podle Grémilleta et al. (2001) na nejvyšší zaznamenané úrovni.

Vzhledem k tomuto fyziologickému omezení bylo prokázáno, že při teplotě vody blíží se 0 °C dokonce stráví kormoráni lovem jen 9 minut denně (Grémillet et al., 2001). Přitom se nejčastěji potápí do hloubek 1-3m (Hudec et al., 1994).

Kormoráni ulovené ryby polykají celé a nestrávené zbytky ryb (např. tvrdé kosti, drtící destičky, šupiny, otolity a oční čočky) jsou pravidelně vyvrhovány. Aby nedocházelo při vyvrhávání k poranění přední části trávicí trubice, jsou tyto zbytky v žaludku kormoránů obalovány rosolovitým sekretem žaludeční sliznice (Čech, 2004).

Podle Duffy & Laurensa (1983) tvoří kormoráni tento vývržek jednou denně a ten by tak měl reflektovat denní spotřebu ryb daného jedince (Van Dobben, 1952; Barret et al., 2007). Pokud však kormorán hladoví a není při lovu úspěšný, vyvrhuje pouze prázdné žaludeční sliznice (Čech & Hladík, 2005).

Každý vývržek obalený žaludeční sliznicí má délku v rozpětí cca 4-7 cm (Van Dobben, 1952). Kromě kostí a šupin se v něm mohou nacházet také specifické parazitické hlístice rodu *Contracoecum* (Vejrík et al., 2009), které byly zavlečeny kormorány i do českých vod (Čech & Hladík, 2005). Kormorán velký je jejich konečným hostitelem, do kterého se hlístice dostanou přes svého přechodného hostitele – ryby (Čech & Hladík, 2005).

Analýza potravních vývržků je efektivní a nejčastěji používanou metodou pro zjišťování složení potravy kormoránů, která je velmi vhodná mj. pro vyhodnocení kvalitativní analýzy potravy (Van Dobben, 1952; Duffy & Jackson, 1986; Kenedy & Geer, 1988; Keller, 1995; Zijlstra & Van Eerden, 1995; Andersen et al., 2007; Čech et al., 2008; Wziątek et al., 2011 aj.). Sběr vývržků poskytuje velké množství vzorků a zároveň se jedná o vcelku jednoduchou a neinvazivní metodu (Barret et al., 2007). I kvůli těmto důvodům byla tato metoda aplikována i v této práci.

Mezi jiné způsoby zkoumání potravního složení patří například analýza trusu nebo sledování ptáků při lovu (Barret et al., 2007), což je však podle Andresky & Rusňáka (2008) spíše obtížné a málo efektivní. Za nejpřesnější se udává analýza žaludků ulovených kormoránů (Čech & Vejrík, 2011; Liordos et al., 2011; Boström et al., 2012), která ovšem klade na badatele jiná náročná omezení.

Materiál, metodika

Sběrové lokality

Sběry materiálu pro analýzu potravy kormorána velkého proběhly ve dvou vytipovaných konfliktních lokalitách v zimě 2011/2012. Jedná se o Žehuňský rybník – obora Kněžičky, okres Kolín (50.1443700N, 15.3151600E) a řeku Berounku u obce Zábělá, okres Plzeň – město (49.7701256N, 13.4538117E).

Žehuňský rybník se rozkládá u obcí Choťovice a Žehuň, nedaleko města Chlumeck nad Cidlinou (okres Kolín, Středočeský kraj). Rybník je průtočný řekou Cidlinou a patří mezi 10 největších funkčních rybníků v České republice. V roce 2004 zde byla vyhlášena Ptačí oblast Žehuňský rybník – Obora Kněžičky (www.zehunskyrybnik.webnode.cz). Kormorán velký se zde ve sledovaném zimním období roku 2012 vyskytoval dle přímého pozorování a odhadu v celkovém počtu cca 130 ks.

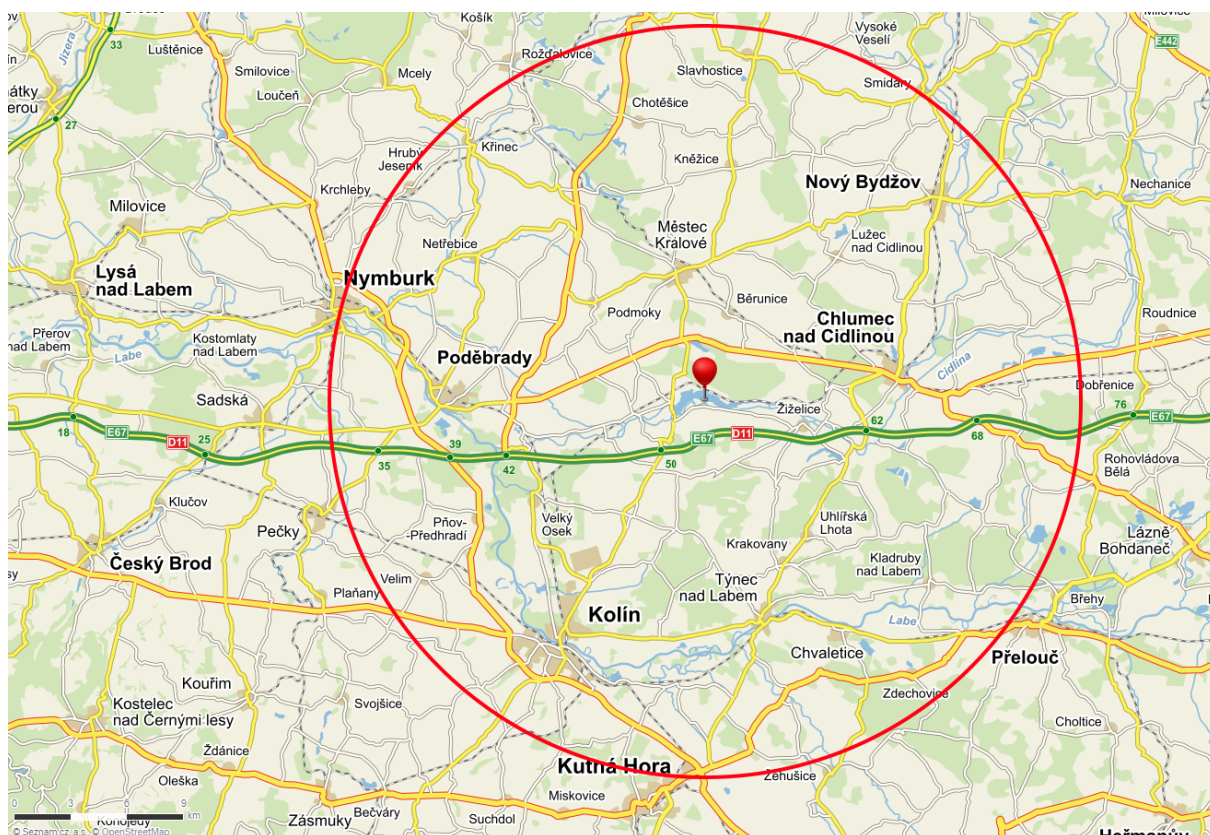
Druhá sběrová lokalita Zábělá je přírodní rezervací a nachází se u obce Bukovec, nedaleko města Plzeň (okres Plzeň – město, Západní Čechy). Jde o jedno z míst s největší koncentrací zimujících kormoránů v České Republice. V roce 2012 zde bylo pozorováno celkem 600 ks kormorána velkého, v maximu až 900 ks.

V obou těchto lokalitách se kormorán velký dostává do významného konfliktního střetu s produkčními a sportovními rybáři.

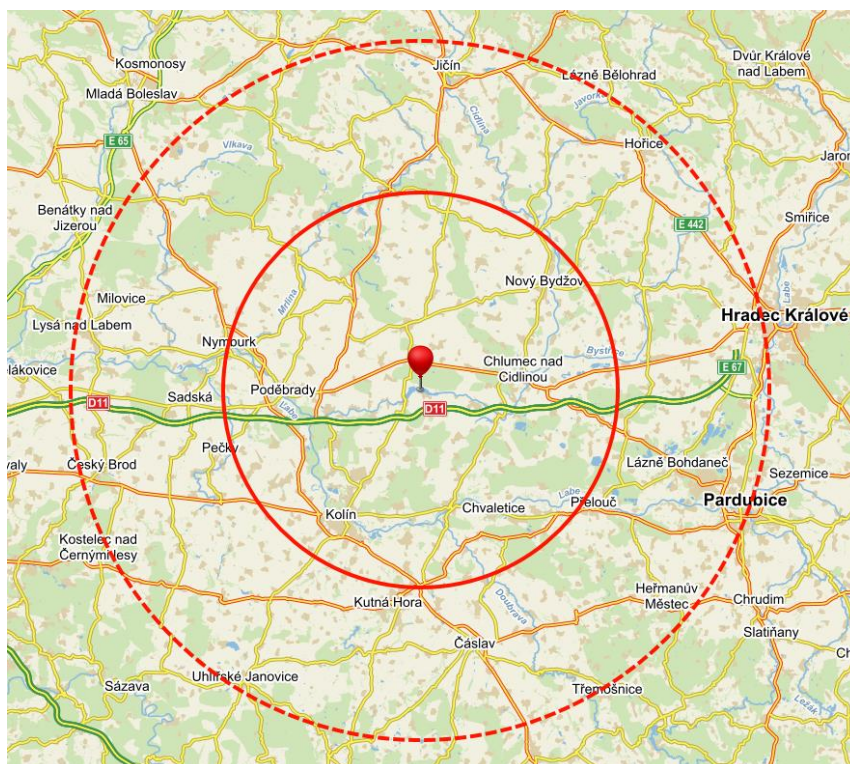
Jelikož doletová vzdálenost kormorána velkého činí 20 km a u dospělých jedinců až 35 km každým směrem (Platteeuw & Van Eerden, 1995; Gremillet & Argentin, 1998), předpokládají se zde jako zdroj potravy také další potenciální lovné plochy v nejbližším okolí studovaných lokalit.

V případě Žehuňského rybníka se jedná především o blízkou řeku Labe a průtočnou Cidlinu. Pro lokalitu Zábělá jsou to stojaté vody – Bolevecké rybníky, údolní nádrže České údolí, Ejpvovice, Klabava a Hracholusky, kromě řeky Berounky pak také řeka Mže, Radbuza, Úhlava, Úslava a Střela.

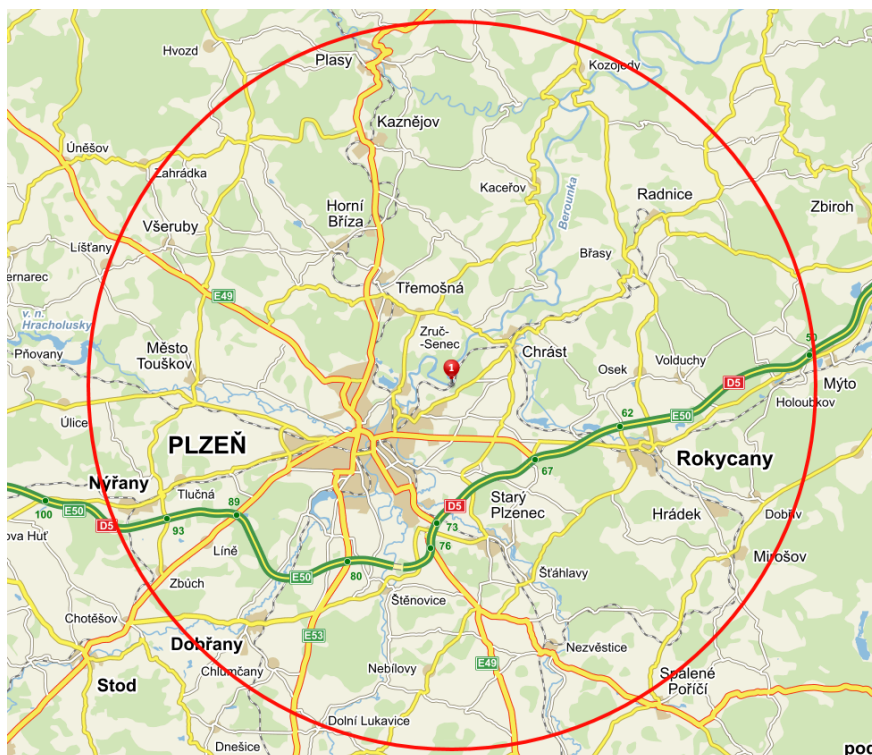
Na Mapě 1 je zobrazena doletová vzdálenost kormorána velkého na Žehuňském rybníku do 20 km. Na Mapě 2 doletová vzdálenost do 20 km na Zábělě. Mapa 3 ukazuje doletovou vzdálenost dospělých kormoránů do 35 km v lokalitě Žehuňský rybník. Mapa 4 znázorňuje doletovou vzdálenost dospělců v okruhu 35 km na Zábělě.



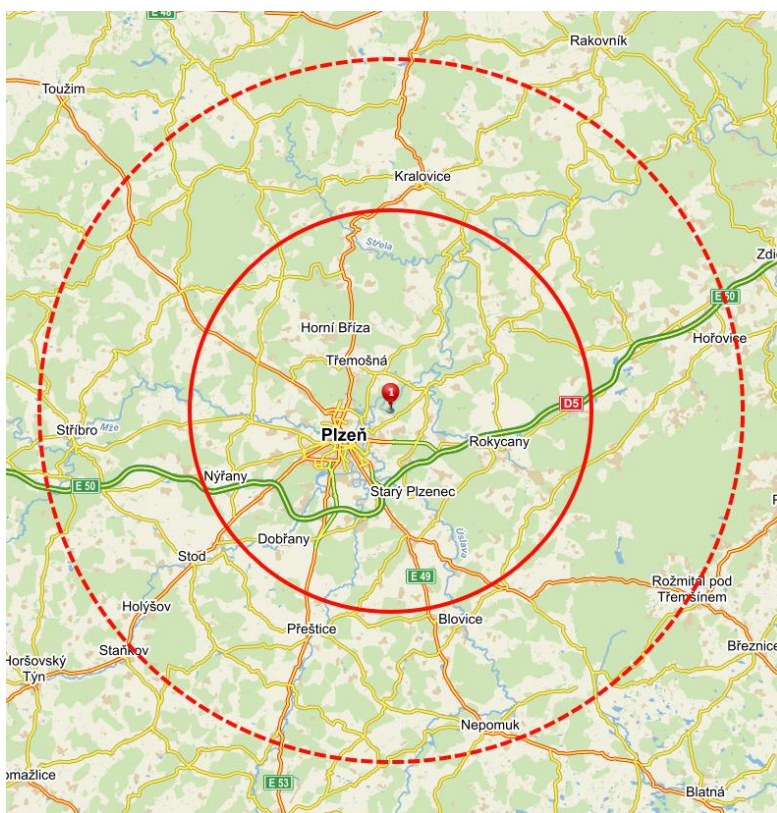
Mapa 1. Doletová mapa kormorána velkého v lokalitě Žehuňský rybník s potenciálními lovnými plochami v okruhu 20 km (zejména průtočná řeka Cidlina a Labe).



Mapa 2. Doletová mapa kormorána velkého v lokalitě Žehuňský rybník s potenciálními lovnými plochami v okruhu 20 km (plná čára) a 35 km (přerušovaná čára).



Mapa 3. Doletová mapa kormorána velkého v lokalitě Zábělá s potenciálními vodními plochami v okruhu 20 km (zejména Bolevecké rybníky, ÚN České údolí, ÚN Ejpovice, ÚN Klabava, ÚN Hracholusky, řeky Berounka, Mže, Radbuza, Úhlava, Úslava, Střela).



Mapa 4. Doletová mapa kormorána velkého v lokalitě Zábělá s potenciálními vodními plochami v okruhu 20 km (plná čára) a 35 km (přerušovaná čára).

Terénní sběry

Jako místa pro sběr vzorků byly v lokalitách Zábělá a Berounka vybrány hřadující stromy kormoránů, pod kterými se nacházelo nejvyšší možné množství sběrového materiálu (Obrázek 2, 3 v příloze).

V zimě 2011/2012, v době zimování kormoránů, proběhlo paralelně celkem 11 systematických sběrů vzorků na obou lokalitách. Sběry probíhaly konkrétně v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012, zpravidla vždy po 2 – 3 týdnech. Obě lokality byly dohromady navštíveny celkem 13x, z toho 5x na Žehuňském rybníku a 8x na Zábělé. Na každé lokalitě se sběr 1x neuskutečnil kvůli sněhové pokrývce, která znemožnila odebrání vzorků (Obrázek 4 a 5 v příloze). Nižší počet vzorků (pouze 37 ks) ve sběru z 28. 1. 2012 navíc způsobila zamrzlá hladina Žehuňského rybníku na konci ledna 2012 (Obrázek 6 v příloze).

Na obou lokalitách byla nejprve vytyčena sběrová plocha o rozměru 100 m², označena kolíky a napnutou šňůrou (Obrázek 7 a 8 v příloze). Sběrová plocha byla zároveň zcela vyčištěna od starých vývržků, aby nedošlo k nežádoucí záměně starého a nového materiálu.

Při každé návštěvě byly všechny vývržky důkladně sesbírány a jednotlivě umísťovány do uzavíratelných, plastových sáčků (Obrázek 9 a 10 v příloze). Následně byly vzorky zamrazovány pro lepší a delší uchování před samotným zpracováním.

Z každého sběru bylo takto získáno cca 40 – 100 ks vývržků (Tabulka 1, 2). Některé ze vzorků byly zcela prázdné, bez zbytků kořisti – jednalo se o vyvržené žaludeční sliznice, které kormoráni na hřadovišti vyvrhovali v případě neúspěšného lovu a hladovění (Čech & Hladík, 2005).

Celkem bylo zanalyzováno 2089 ks diagnostických kostí, z toho 534 ks pro lokalitu Žehuňský rybník a 1555 ks pro lokalitu Zábělá.

Mimo samotných vývržků byla pozornost soustředěna také na případné (kormorány vyvržené) ryby, obvykle již částečně natrávené (Obrázek 11-17 v příloze). Takto nalezené ryby byly změřeny, vyfotografovány s vhodným měřítkem a následně započítány do sběrového materiálu (pokud bylo natrávení jen částečné a byla zachována hlava ryby i s diagnostickými kostmi).

Z důvodu zjištění nežádoucích návštěv prasete divokého (*Sus scrofa*) ve sběrné ploše lokality Zábělá (Obrázek 18 v příloze), byl přímo na vytyčenou plochu instalován (a následně vždy obnovován) odpuzovač prasat „Wild – Schwein stop“ (Obrázek 19 v příloze). Aplikace odpuzovače zlepšila výsledek a nadále již nedocházelo k významným ztrátám vzorků.

Tabulka 1. Celkový počet sesbíraných vzorků v lokalitě Žehuňský rybník.

Datum sběru	Počet sebraných vzorků
7. 1. 2012	49 (z toho 11 prázdných)
28. 1. 2012	37 (z toho 7 prázdných)*
10. 2. 2012	0**
10. 3. 2012	45 (z toho 7 prázdných)
24. 3. 2012	47 (z toho 14 prázdných)
Celkem	178 vzorků

* zamrzlá hladina Žehuňského rybníku

** sněhová pokrývka

Tabulka 2. Celkový počet sesbíraných vzorků v lokalitě Zábělá – Berounka.

Datum sběru	Počet sebraných vzorků
13. 12.2011	84 (z toho 11 prázdných)
10. 1. 2012	66 (z toho 3 prázdné)
25. 1. 2012	56 (z toho 13 prázdných)
7. 2. 2012	0*
22. 2. 2012	93 (z toho 14 prázdných)
1. 3. 2012	53 (z toho 0 prázdných)
16. 3. 2012	103 (z toho 17 prázdných)
3. 4. 2012	60 (z toho 0 prázdných)
Celkem	501 vzorků

* sněhová pokrývka

Pozn.: Sběr ze dne 13. 12. 2011 v lokalitě Zábělá byl kompletně zpracován RNDr. Martinem Čechem, Ph.D., jehož výsledky byly zahrnuty do této studie (viz Čech, 2012).

Laboratorní zpracování vzorků

Pro rozrušení struktury žaludeční tkáně a oddělení diagnostických kostí byly jednotlivé vzorky nejprve ponořeny do sklenic se silným roztokem vody a detergentního prostředku, v tomto případě Jaru (Čech, 2012) a intenzivně proplachovány, aby došlo k oddělení rosolovité žaludeční sliznice (Čech & Čech, 2009). Po 7-10 dnech došlo ke značnému rozkladu tkáně a bylo možné vzorky slít, propláchnout kal čistou vodou a oddělit diagnostické kosti (Čech, 2012). Šlo však o proces velice zdlouhavý.

V průběhu analýzy byla zjištěna nová a rychlejší metoda s použitím 5% roztoku hydroxidu sodného (NaOH), (J. Obuch, Univerzita Komenského, osobní sdělení). Hydroxid sodný nežádoucí, měkkou tkáň rozložil úplně a mnohem rychleji a výsledný roztok byl téměř čirý, což napomohlo mnohem rychlejšímu a efektivnějšímu zpracování.

Reakce hydroxidu byla také urychlována přidáváním horké vody (převařené, či z kohoutku) přímo k NaOH a rozklad tkání poté trval pouze několik minut. Vzhledem k velké rychlosti však bylo třeba bedlivě vzorky sledovat a průběžně promíchávat, aby nedocházelo k jejich přepalování, nežádoucímu křehnutí nebo rozpadávání kostí.

Po propláchnutí vzorku od zbytku hydroxidu sodného byl celý obsah vlit na Petriho misku s větším průměrem a podloženou barevným (sytě modrým), či bílým papírem pro lepší viditelnost diagnostických kostí (které byly bílé, až tmavě hnědé barvy).

Diagnostické kosti byly následně vybírány pinzetou a pro lepší vysychání umísťovány na savý, papírový podklad. Následně byly vysušené kosti z jednotlivých vývržků umístěny do očíslovaných uzavíratelných sáčků.

K určování druhového a velikostního složení ryb ve vývržcích byly využívány nestrávené zbytky potravy a to především párové kosti, které se nacházejí v hlavové části ryb: kosti požerákové (*ossa pharyngea*) u ryb kaprovitých, kosti předskřelové (*os praeoperculare*) a kosti zubní (*os dentale*) u ryb dravých (Čech et al., 2008; Čech & Vejřík, 2011; Čech, 2012), viz Obrázek 19 v příloze.

Výhodou těchto silných kostí je jejich dobré zachování při kontaktu se silnými žaludečními šťávami, ale především druhová specifita, díky které se dají ryby velmi dobře určovat, např. dle tvaru kosti, zubního vzorce, tvaru zubů apod. (Čech a kol., 2008). Druhová identifikace ryb však byla v mnoha případech i tak problematická, jelikož kosti byly z velké části ne zcela kompletní díky částečnému natrávení nebo ulámání.

Pro určování druhů a měření velikosti ryb byl použit Klíč diagnostických kostí vybraných druhů ryb ichtyofauny ČR (Čech, 2014; viz www.fishecu.cz), srovnávací sbírkový materiál diagnostických kostí a fotomateriál. Ke zvětšování kostí byla použita binokulární lupa.

Všechny diagnostické kosti byly párovány (tj. vytvořeny dvojice levých a pravých kostí stejné velikosti), takže celkový počet ryb ve vzorku byl dán počtem párů párových kostí a počtem různě velkých párových kostí nevypárovaných (Čech & Vejřík, 2011).

Kromě výše zmíněných diagnostických kostí byly pro některé případy k analýze používány také drtící keratinové destičky, otolity a šupiny ryb (Tabulka 3), Obrázek 20 v příloze. Jejich využití bylo náhradním, funkčním řešením případů, kdy se žádoucí typy diagnostických kostí nezachovaly nebo byly poškozeny natolik, že bylo jejich určování znemožněno. Byly však natolik významné, že by jejich zanedbání ovlivnilo celkové výsledky výzkumu.

V případě kapra obecného (*Cyprinus carpio*) a amura bílého (*Ctenopharyngodon idella*) bylo využíváno drtících destiček v souvislosti s velikostí požerákových kostí, mezi kterými byla zjištěna vhodná lineární závislost pro výpočet délky a hmotnosti ryb (M. Čech, P. Ráslová, vlastní data).

V případě amura bílého bylo z celkového počtu 71 sledovaných vzorků určeno 57 podle požerákových kostí, které se zachovaly lépe než drtící destičky. Naopak u kapra obecného dominovaly při stanovování délky a hmotnosti ryb drtící destičky a to celkem v 74 případech ze 127 sledovaných vzorků. Požerákové kosti kaprů byly v těchto případech buď velmi poškozené a tedy by nebylo jejich měření tak přesné nebo ve vzorku zcela chyběly (Tabulka 4, 5).

Drtící destičky amura bílého byly měřeny v podélné ose ryby (tzn. od hlavové části k ocasu), viz Obrázek 21. Drtící destičky kapra obecného naopak v její širší části, tzn. příčně od oka k oku ryby (Obrázek 22). Pro přesný výpočet velikosti amurů a kaprů z dochovaných drtících destiček byly použity rovnice sestavené M. Čechem (nepubl. data).

Tabulka 3. Přehled způsobu určování druhů ryb dle diagnostického materiálu

Druh ryby	Použitý diagnostický materiál
Amur bílý (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	kosti požerákové, drtící destička
Bolen dravý (<i>Aspius aspius</i>)	kosti požerákové
Candát obecný (<i>Sander lucioperca</i>)	kosti zubní, předskřelové, předčelistní
Cejn velký (<i>Abramis brama</i>)	kosti požerákové, drtící destička
Cejnek malý (<i>Blicca bjoerkna</i>)	kosti požerákové, drtící destička
Hrouzek obecný (<i>Gobio gobio</i>)	kosti požerákové
Jelec jesen (<i>Leuciscus idus</i>)	kosti požerákové, drtící destička
Jelec proudník (<i>Leuciscus leuciscus</i>)	kosti požerákové
Jelec tloušť (<i>Squalius cephalus</i>)	kosti požerákové, drtící destička
Ježdík obecný (<i>Gymnocephalus cernuus</i>)	kosti předskřelové
Kapr obecný (<i>Cyprinus carpio</i>)	kosti požerákové, drtící destička
Karas stříbrný (<i>Carassius auratus</i>)	kosti požerákové
Lín obecný (<i>Tinca tinca</i>)	kosti požerákové, drtící destička
Okoun říční (<i>Perca fluviatilis</i>)	kosti zubní, kosti předskřelové, otolity, šupiny
Ostroretka stěhovavá (<i>Chondrostoma nasus</i>)	kosti požerákové
Ouklej obecná (<i>Alburnus alburnus</i>)	kosti požerákové
Parma obecná (<i>Barbus barbus</i>)	kosti požerákové
Perlín ostrobřichý (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>)	kosti požerákové
Plotice obecná (<i>Rutilus rutilus</i>)	kosti požerákové, drtící destička, otolity, šupiny
Podoustev nosák (<i>Vimba vimba</i>)	kosti požerákové
Štika obecná (<i>Esox lucius</i>)	kosti zubní, šupiny

Tabulka 4. Použití diagnostických kostí (požeráková kost, drtící destička) kapra obecného (*Cyprinus carpio*) a amura bílého (*Ctenopharyngodon idella*) při stanovování velikosti a hmotnosti ryb v lokalitě Žehuňský rybník

Diagnostický materiál	Kapr obecný (<i>Cyprinus carpio</i>) (n)	Amur bílý (<i>Ctenopharyngodon idella</i>) (n)
Ve vzorku pouze drtící destička Určováno dle destičky	20	3
Ve vzorku pouze požerákové kosti Určováno dle požerákových kostí	26	10
Ve vzorku drtící destička a požerákové kosti Určováno dle drtící destičky	16	0
Ve vzorku drtící destička a požerákové kosti Určováno dle požerákových kostí	13	3

Tabulka 5. Použití diagnostických kostí (požeráková kost, drtící destička) kapra obecného (*Cyprinus carpio*) a amura bílého (*Ctenopharyngodon idella*) při stanovování velikosti a hmotnosti ryb v lokalitě Zábělá – Berounka

Diagnostický materiál	Kapr obecný (<i>Cyprinus carpio</i>) (n)	Amur bílý (<i>Ctenopharyngodon idella</i>) (n)
Ve vzorku pouze drtící destička Určováno dle destičky	36	6
Ve vzorku pouze požerákové kosti Určováno dle požerákových kostí	13	31
Ve vzorku drtící destička a požerákové kosti Určováno dle drtící destičky	2	5
Ve vzorku drtící destička a požerákové kosti Určováno dle požerákových kostí	1	13

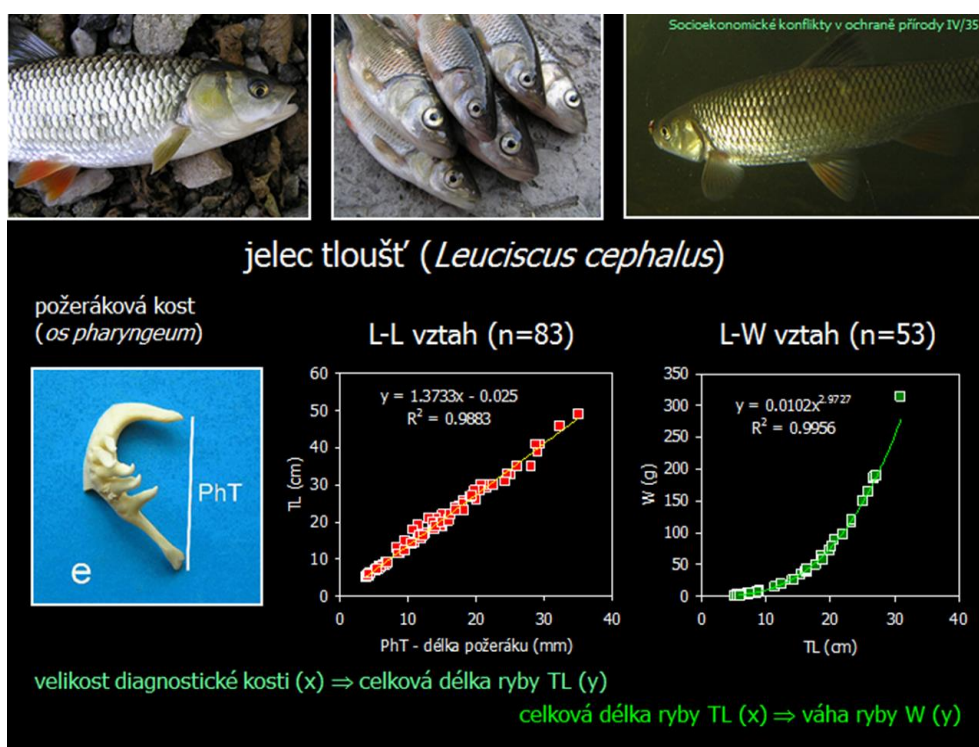
V sesbíraných vývrzcích kormoránů byly mimo kostí ryb nalezeny také parazitické hlístice rodu *Contracaecum*, dominující zejména na Žehuňském rybníku (Obrázek 23), různé druhy mlžů – např. hrachovky (*Pisidium* sp.), bahenka (*Viviparus* sp.), okružák ploský (*Planorbarius*

corneus) a dále drobní bezobratlí. Poněkud méně obvyklým nálezem byl ve vývržku rybí háček s vlasem.

Měření délky diagnostických kostí, ze kterých byla následně vypočítávána velikost a váha ryb, bylo provedeno dle Čecha et al. (2008) a Čecha & Vejříka (2011) stejně tak, jak je vidět na Obrázku 22 v příloze. Jako měřítko zde sloužilo milimetrové pravítko a při určování velikosti kostí byla snaha o přesnost měření na 0,25 mm.

Velikost rybí kořisti byla rekonstruována pomocí lineárních regresních závislostí mezi velikostí hlavové diagnostické kosti (požerákové, čelistní, předskřelové) a celkovou délkou ryby (L_T – *longitudo totalis*; měřeno od špičky rypce po nejzazší konec ocasní ploutve) (Čech et al., 2008; Čech & Vejřík, 2011).

Hmotnost ryb byla následně dopočítána z velikosti ryb, podle délko-hmotnostních rovnic získaných pro jednotlivé druhy ryb z vodárenské nádrže Želivka (Prchalová et al., 2005), vodárenské nádrže Římov (J. Kubečka, M. Prchalová, nepubl. data) a z potoků a řek v povodí Vltavy (M. Čech, nepubl. data), případně z FishBase (Obrázek 1).



Obrázek 1. Příklad délko-délkového (L-L) a délko-hmotnostního (L-W) vztahu pro výpočet délky a váhy jelce tlouště (*Leusiscus nymphaeoides*). Orig. Martin Čech

Statistické zpracování dat

Pro testování rozdílů v diverzitě ryb v potravě kormoránů obou lokalit vyjádřenou Shannonovým indexem diverzity (H') byla mimo Kruskal-Wallisova testu použita také modifikovaná verze t-testu dle Hudchesona (1970) a Gardenera (2014).

Namísto srovnávání průměrů dvou proměnných (standartní t-test) jsou zde testovány rozdíly mezi hodnotami Shannonova indexu v závislosti na jejich rozptylech pro obě lokality. Základní t-statistika je následující:

$$t = \frac{H_a - H_b}{\sqrt{s_{H_a}^2 + s_{H_b}^2}}, \text{ kde:}$$

t – hodnota t-statistiky

H_a – hodnota Shannonova indexu pro lokalitu Žehuňský rybník

H_b – hodnota Shannonova indexu pro lokalitu Zábělá (řeka Berounka)

$s_{H_a}^2$ – rozptyl pozorování pro lokalitu Žehuňský rybník

$s_{H_b}^2$ – rozptyl pozorování pro lokalitu Zábělá (řeka Berounka)

Hodnota rozptylu pro obě lokality byla odhadnuta za pomoci následujícího vzorce:

$$s_H^2 = \frac{\sum_{i=1}^s p * (\ln(p))^2 - (\sum_{i=1}^s p * \ln(p))^2}{n} + \frac{s-1}{2n^2}, \text{ kde}$$

p – procentuální podíl daného druhu na celkovém počtu ulovených ryb v dané lokalitě

ln – přirozený logaritmus

n – celkový počet ulovených ryb v dané lokalitě

s – počet druhů, které se alespoň jednou při sběru vyskytly v dané lokalitě

Po získání t-statistiky byla tato hodnota porovnána s odpovídající kritickou hodnotou.

Pro určení správné kritické hodnoty byly ještě dopočítány odpovídající stupně volnosti podle následujícího vzorce:

$$df = \frac{(s_{H_a}^2 + s_{H_b}^2)^2}{\left(\frac{s_{H_a}^2}{n_a} + \frac{s_{H_b}^2}{n_b}\right)}, \text{ kde}$$

$s_{H_a}^2$ – rozptyl pozorování pro lokalitu Žehuňský rybník

$s_{H_b}^2$ – rozptyl pozorování pro lokalitu Zábělá (řeka Berounka)

n_a – celkový počet ryb ve vývržcích v lokalitě Žehuňský rybník

n_b – celkový počet ryb ve vývržcích v lokalitě Zábělá (řeka Berounka)

Výsledky

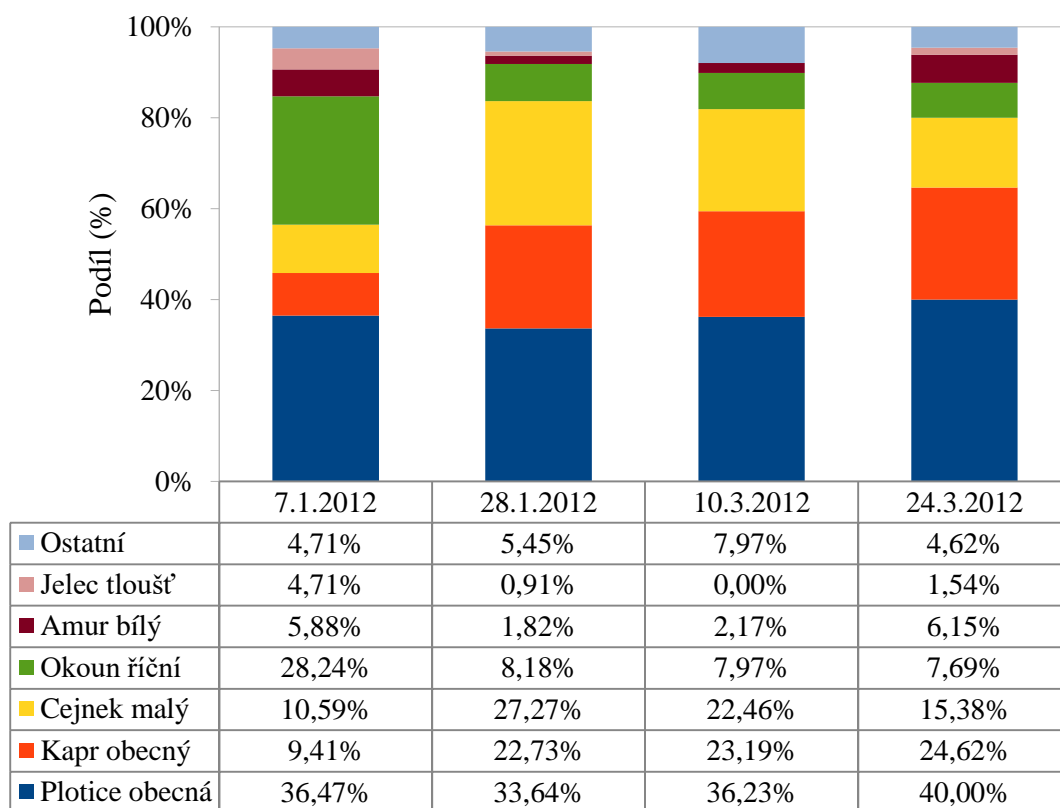
V rámci vyhodnocení výsledků bylo pro každou lokalitu nejprve vyhodnoceno druhové složení ulovených ryb, a to jak podle počtu, tak podle váhy. Tato data pak byla analyzována napříč jednotlivými sběry, lokalitami a druhy ryb. Do většího detailu byly analyzovány početněji zastoupené druhy, u nichž jsme se dívali i na histogramy jejich rozměrů a vah.

Dále byly analyzovány zvláště hospodářsky užitečné druhy ryb, jako podmnožina celkově ulovených jedinců. V neposlední řadě byla vyhodnocena rozmanitost skladby stravy kormoránů na obou lokalitách za pomoci Shannonova indexu diverzity.

Nakonec byla provedena rozdílová analýza srovnávající hlavní výsledky z obou lokalit.

Potrava kormorána velkého ve sběrové lokalitě Žehuňský rybník

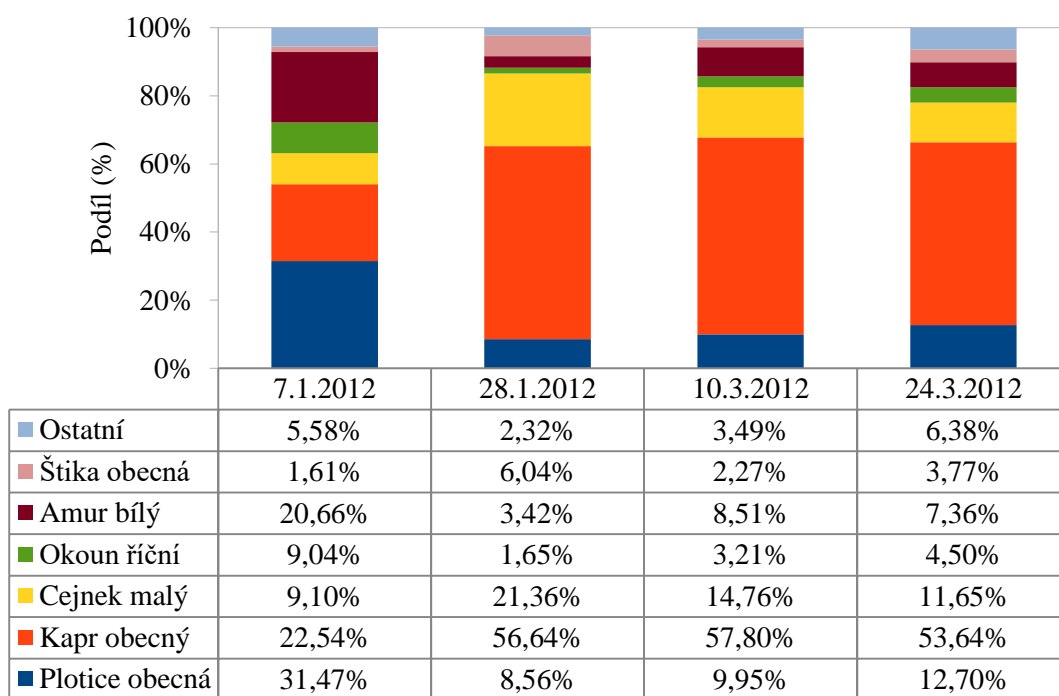
Z Grafu 1, který zobrazuje procentuální podíl druhů ryb v potravě kormorána velkého zimujícího na Žehuňském rybníku v roce 2012, je patrné, že z hlediska početnosti zde zcela jednoznačně dominovala plotice obecná (*Rutilus rutilus*). Dále následuje kapr obecný, cejnek malý (*Blicca bjoerkna*) a okoun říční (*Perca fluviatilis*).



Graf 1. Podíl jednotlivých druhů ryb v potravě kormorána velkého dle početnosti na Žehuňském rybníku v období 7. 1. – 24. 3. 2012 (n = 398).

Pokud však zohledníme celkovou biomasu ryb, největší část tvoří jednoznačně kapr obecný – v průměru téměř polovinu kořisti (Graf 2). Ve vztahu k biomase byl podíl kapra obecného největší v březnu 24. 3. 2012, kdy dosáhl 53 %, v lednovém sběru ze 7. 1. 2012 však dominovala plotice obecná a kapr tvořil pouze 22,54 %.

Vzhledem k velkému hospodářskému významu kaprů, vysazovaných pro komerční účely na Žehuňském rybníku, je vysoký podíl kapra na množství odlovené biomasy známkou toho, že alespoň v této lokalitě určitě kormorán ve své potravě spotřebuje velký podíl hodnotných ryb.



Graf 2. Podíl biomasy jednotlivých druhů ryb v potravě kormorána velkého na Žehuňském rybníku v období 7. 1. – 24. 3. 2012 (n = 398).

Druhovú skladbu ryb v potravě kormorána velkého

Ze vzorků odebraných na Žehuňském rybníku v zimě 2012 bylo zjištěno v potravě kormoránů celkem 16 druhů ryb z 3 čeledí (kaprovití, okounovití, štikovití), z čehož výrazně dominovaly ryby kaprovité.

Nejvyšší počet zaujímala plotice obecná – 144 ks, následuje kapr obecný – 81 ks a cejnek malý – 80 ks (viz Tabulka 6). Nejméně se v počtu 1 ks ve vývrzcích vyskytli hrouzek obecný (*Gobio gobio*), ježdík obecný (*Gymnocephalus cernuus*), ostroretka stěhovavá (*Chondrostoma nasus*), ouklej obecná (*Alburnus alburnus*) a jelec jesen (*Leuciscus idus*).

Celkové druhové složení ryb se mezi jednotlivými sběry během zimy 2012 měnilo především v průběhu ledna, kdy původně významný podíl amurů bílých a okounů říčních byl v pozdějších sběrech nahrazen nárůstem v počtu kaprů obecných a cejnků malých.

Nejvíce druhů (12) se vyskytlo ve sběru ze dne 10. března 2012, nejméně (8) ve sběru posledním, tj. 24. března 2012. Z hlediska početnosti ryb (při pohledu na dominantnější druhy) se podíl plotic v průběhu zimy 2012 stále pohyboval v rozmezí 34-40 % (Graf 1), výrazně však plotice převažovaly váhově zpočátku zimy (31,47 %), jak je vidět na Grafu 2.

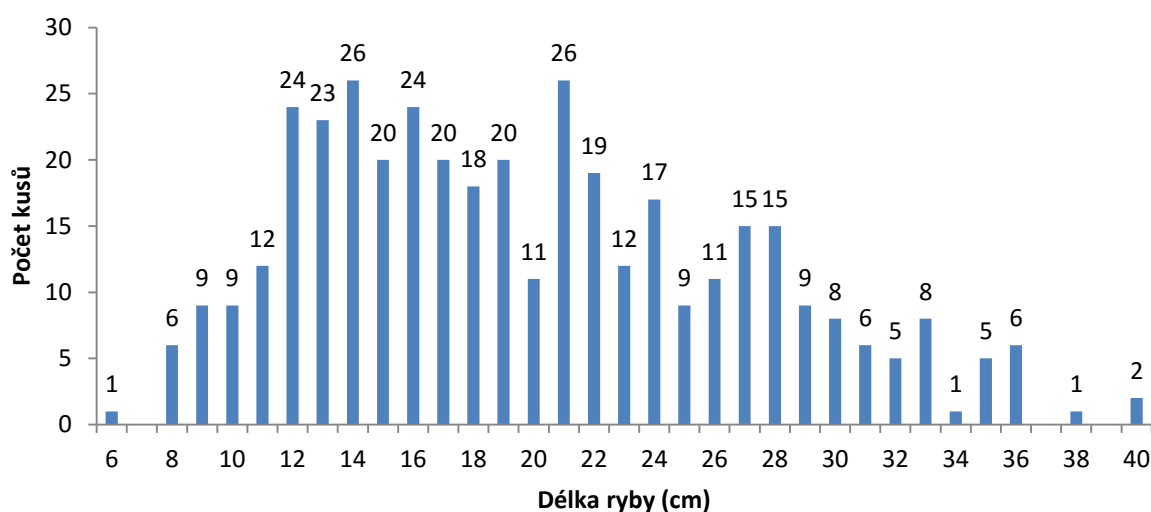
Tabulka 6. Přehled naměřených údajů ve sběrech 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012 na Žehuňském rybníku (n= 398).

Druh ryby	Počet (n)	Celková hmotnost (g)	Průměrná délka (cm)	Průměrná hmotnost (g)	Minimální délka (cm)	Maximální délka (cm)	Minimální hmotnost (g)	Maximální hmotnost (g)
Amur bílý	14	5199,4	30,5	371,4	22,8	39,7	140,8	772,5
Candát obecný	3	274,6	22,6	91,5	20,5	24,8	66,3	118,5
Cejnek malý	80	8199,7	20,1	102,5	12,1	31	18,8	345,8
Hrouzek obecný	1	5,1	8,6	5,1	8,6	8,6	5,1	5,1
Jelec jesen	1	319,3	32,5	319,3	32,5	32,5	319,3	319,3
Jelec tloušť	6	829,2	21	138,2	11	38	12,6	506,8
Ježdík obecný	1	8,3	8,4	8,3	8,4	8,4	8,3	8,3
Kapr obecný	81	27573,8	25,4	340,4	9,1	35,5	11,5	828,1
Karas stříbřitý	3	384,1	19,4	128	18,7	19,8	114,4	134,9
Lín obecný	3	200	15,2	66,7	11,5	22,2	21,4	154,6
Okoun říční	49	2379,3	15	48,6	10,7	25	13,8	221
Ostroretka stěhovavá	1	52,5	18,2	52,5	18,2	18,2	52,5	52,5
Ouklejš obecná	1	11,1	12,1	11,1	12,1	12,1	11,1	11,1
Perlín ostrobřichý	2	296,4	23,7	148,2	23	24,5	133,7	162,7
Plotice obecná	144	8125	16,4	56,4	6,2	34,7	2,2	357,4
Štika obecná	8	1958,1	33,1	244,8	27,6	39,9	135	418,4
Průměrné hodnoty	-	-	19,8	140,2	-	-	-	-

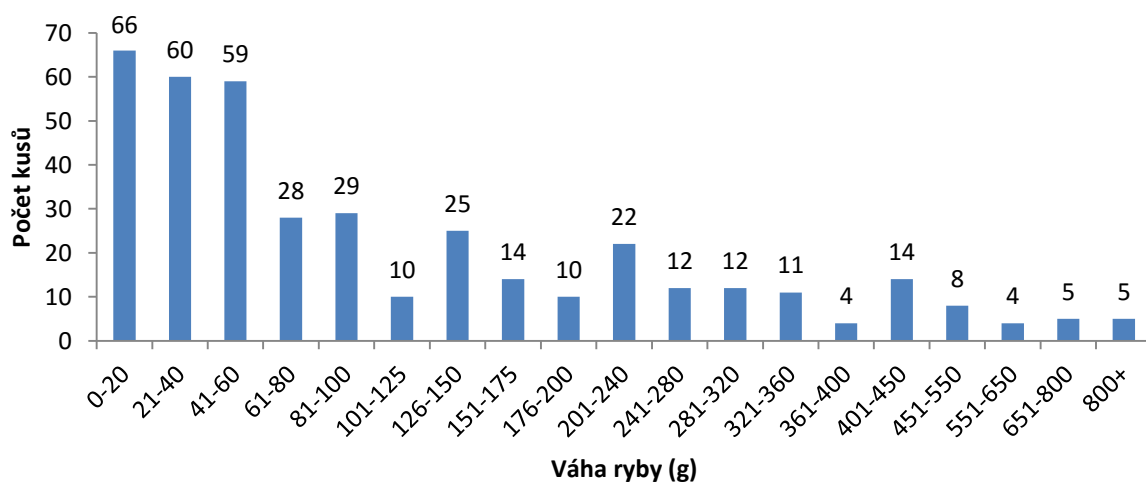
O něco větší rozptyl byl zaznamenán u početnosti a hmotnosti kaprů, kteří měli na počet v průběhu zimy stoupající tendenci (Graf 1). Z hlediska hmotnostního tvořili na začátku ledna (sběr 7. 1. 2012) pouze 22,54 %, zatímco nejvyššího podílu dosáhli v březnu s 57,8 % (Graf 2).

Velikost a váha ulovených ryb

Jak je vidět na histogramech v Grafech 3a, b a v Tabulce 6, pohybovala se velikost lovených ryb na Žehuňském rybníku mezi 6 a 40 cm a hmotnost do 830 g. Přičemž průměrná velikost všech ryb lovených na Žehuňském rybníku byla 19,8 cm a jejich průměrná hmotnost 140 g (Tabulka 6).

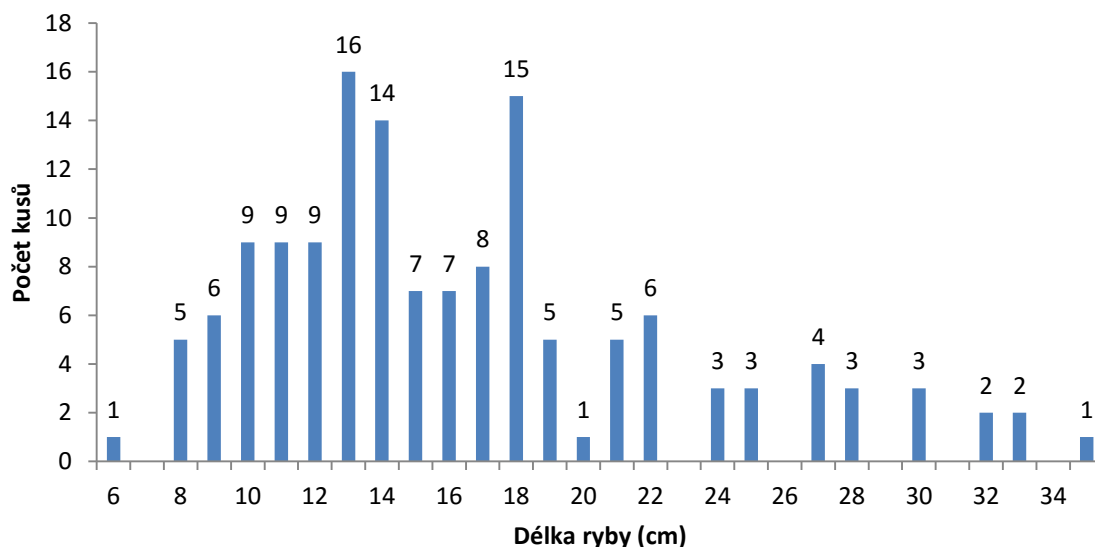


Graf 3a. Histogram délek všech ryb ulovených kormoránem velkým na Žehuňském rybníku v období 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012 (n = 398)

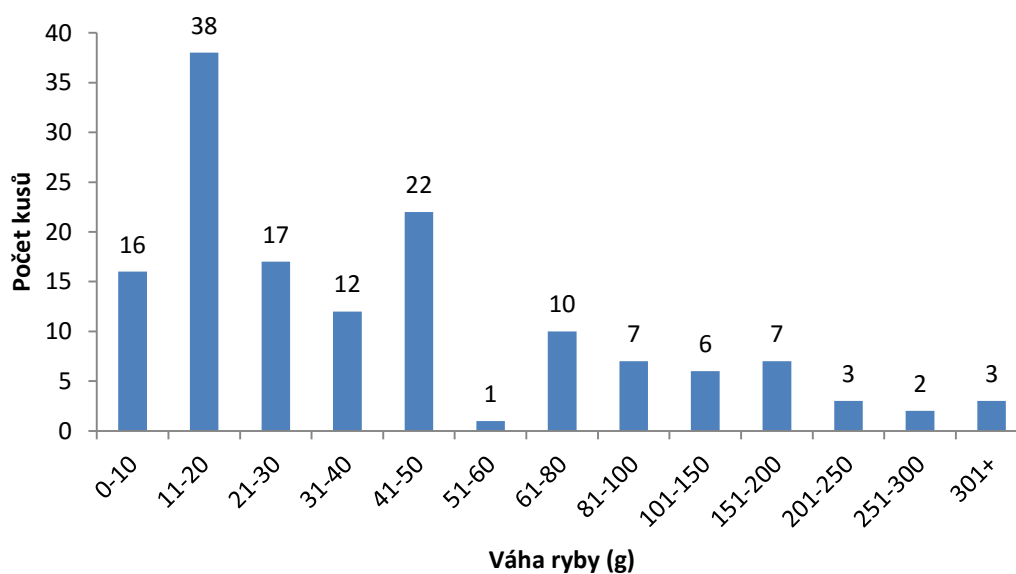


Graf 3b. Histogram vah všech ryb ulovených kormoránem velkým na Žehuňském rybníku v období 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012 (n = 398)

Plotice obecná, která tvořila v potravě kormorána velkého z hlediska početnosti významnou část, byla lovena nejčastěji v délkách od 10 do 18 cm a váhách 10-50 g (Graf 4 a, b).

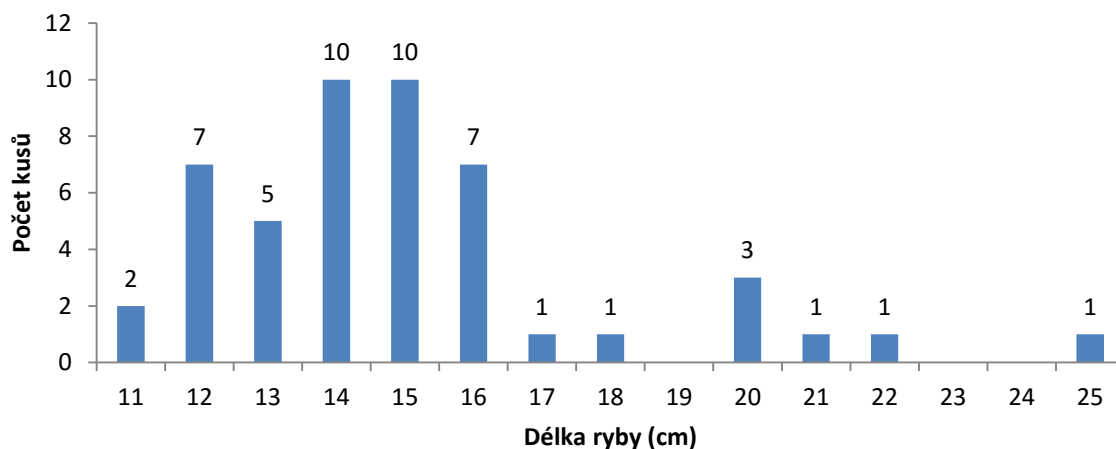


Graf 4a. Histogram délek lovené plotice obecné (*Rutilus rutilus*) na Žehuňském rybníku v období 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012 (n = 144).

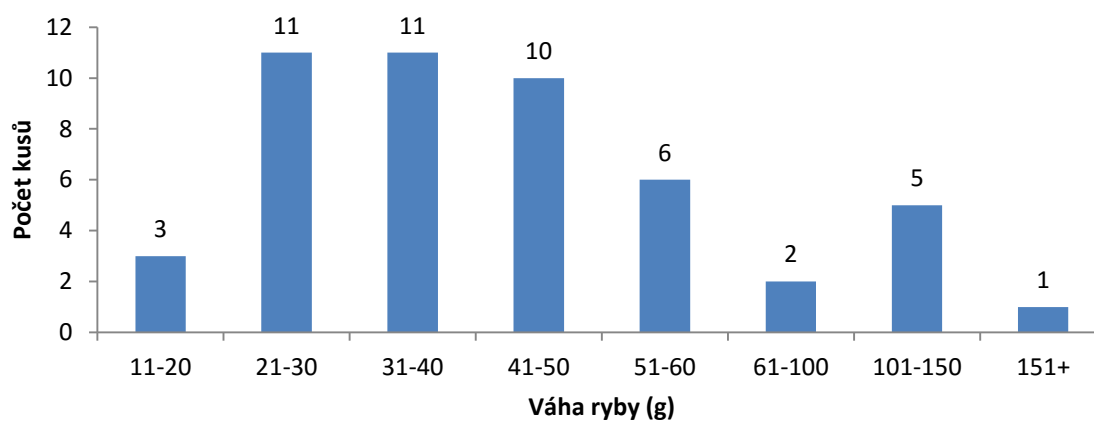


Graf 4b. Histogram vah lovené plotice obecné (*Rutilus rutilus*) na Žehuňském rybníku v období 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012 (n = 144).

Další výraznou složkou potravy kormorána byl okoun říční, jehož nejčastější rozměry byly 12-16 cm a váha 20-50 g (Graf 5 a, b).

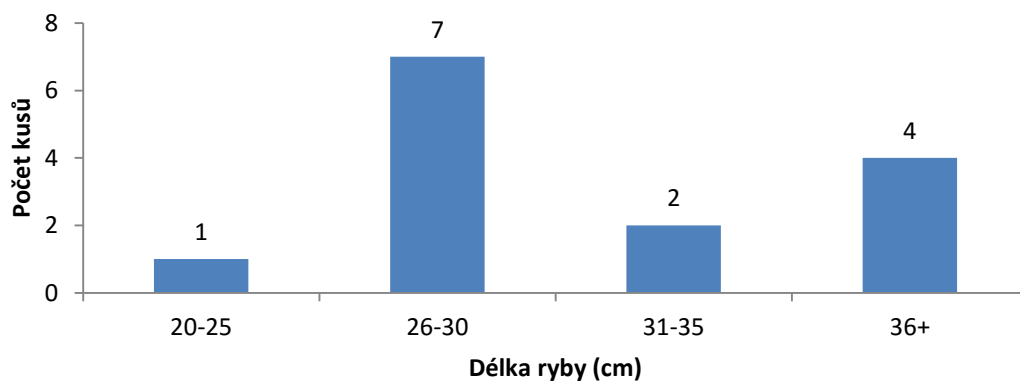


Graf 5a. Histogramy délek okouna říčního (*Perca fluviatilis*) na Žehuňském rybníku v období 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012 (n = 49).

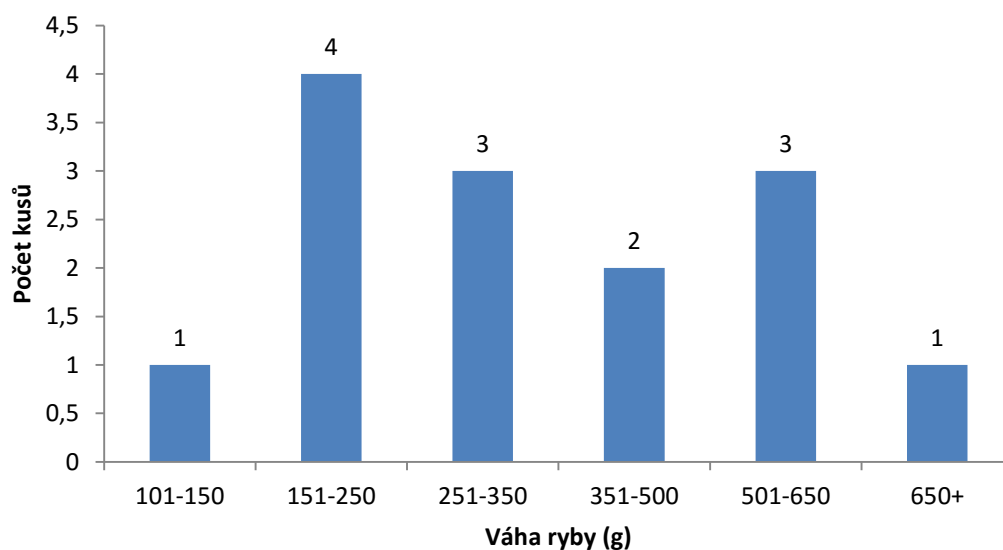


Graf 5b. Histogramy vah okouna říčního (*Perca fluviatilis*) na Žehuňském rybníku v období 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012 (n = 49).

Vysazovaný amur bílý se nejčastěji vyskytoval o délkách 26-30 cm a váhách 150-650 g (Graf 6 a, b).

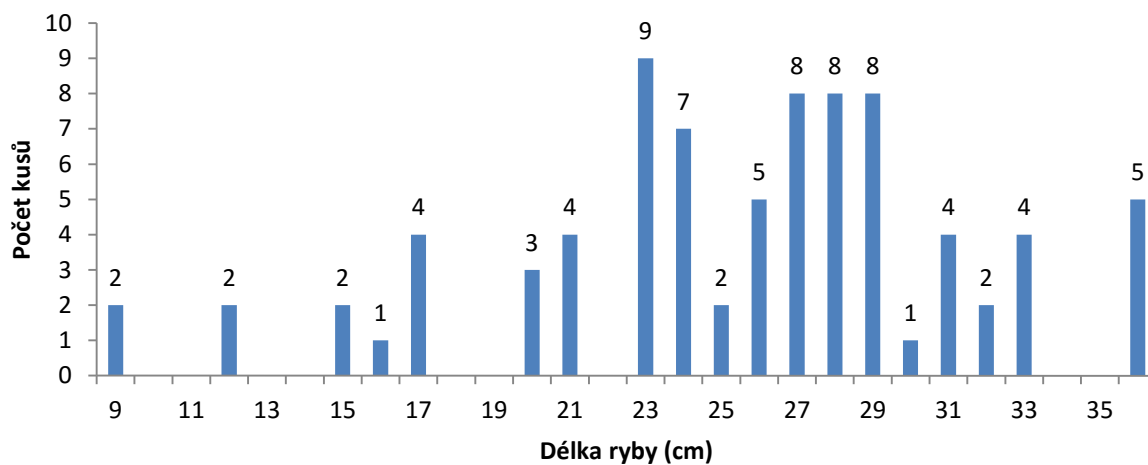


Graf 6a. Histogram délek amura bílého (*Ctenopharyngodon idella*) na Žehuňském rybníku v období 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012 (n = 14).

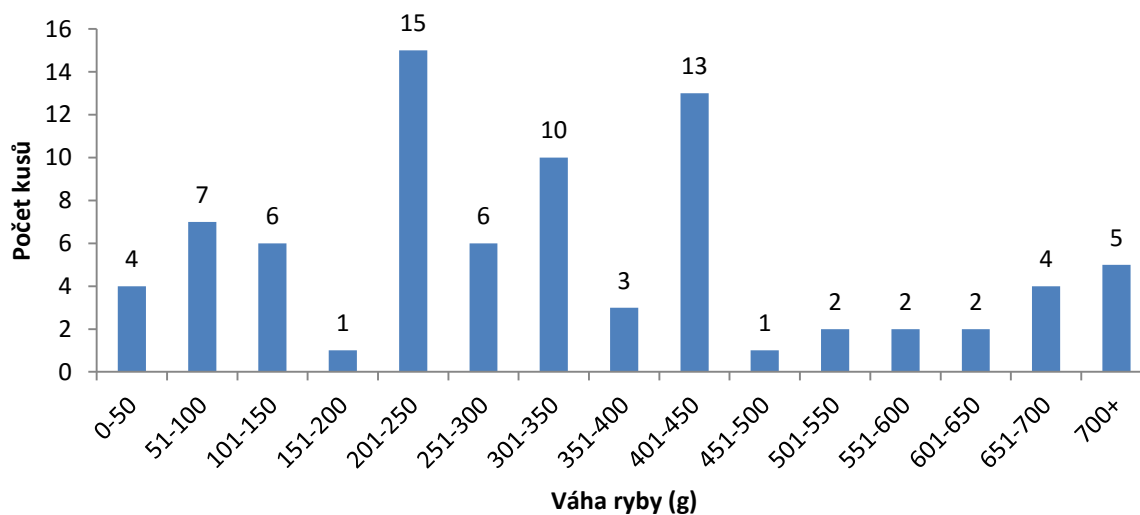


Graf 6b. Histogram vah amura bílého (*Ctenopharyngodon idella*) na Žehuňském rybníku v období 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012 (n = 14).

Hospodářsky významný kapr obecný byl ve vývržcích nacházen v rozměrech 23-29 cm o hmotnostech v rozpětí 200-450 g (Graf 7 a, b).

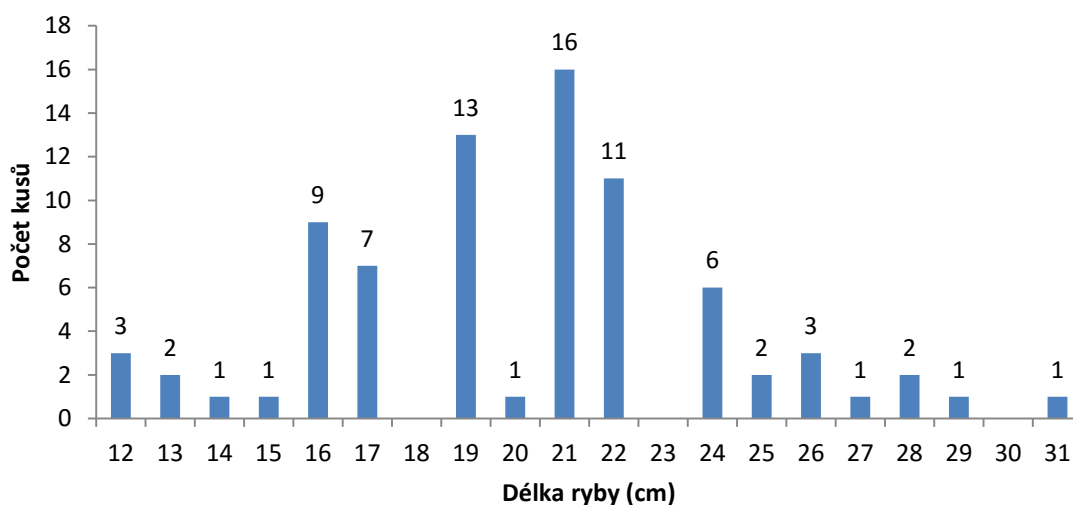


Graf 7a. Histogram délek kapra obecného (*Cyprinus carpio*) na Žehuňském rybníku v období 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012 (n = 81).

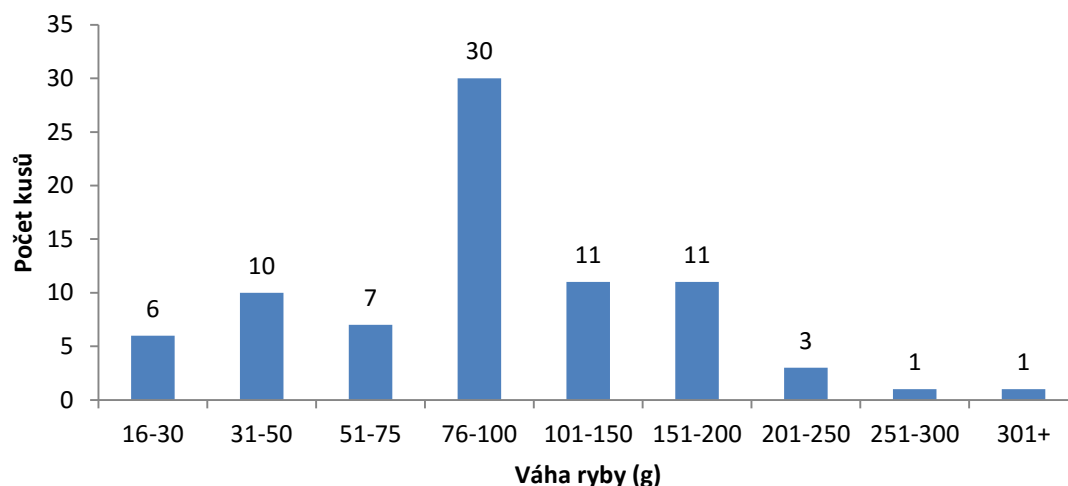


Graf 7b. Histogram vah kapra obecného (*Cyprinus carpio*) na Žehuňském rybníku v období 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012 (n = 81).

Cejnek malý byl nejčastěji uloven v délkách 16-24 cm a váhách 75-200 g (Graf 8 a, b).



Graf 8a. Histogram délek cejníka malého (*Blicca bjoerkna*) na Žehuňském rybníku v období 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012 (n = 80).



Graf 8b. Histogramy vah cejníka malého (*Blicca bjoerkna*) na Žehuňském rybníku v období 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012 (n = 80).

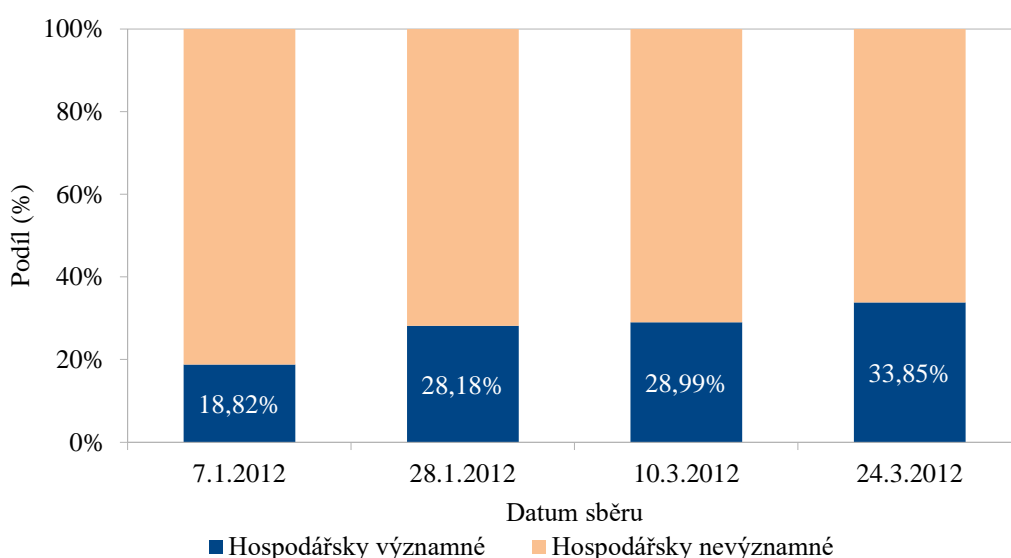
Z výsledků je patrné, že v průměru největšími a zároveň nejtěžšími lovenými rybami na Žehuňském rybníku byli hospodářsky významní amuři bílí a kapři obecní. Méně významné druhy ryb jako plotice obecné, cejňky malé a okouny říční pak kormoráni lovili v průměru v mnohem menších rozměrech i hmotnostech.

Největší odlovenou rybou byla štika obecná (*Esox lucius*) v délce 39,9 cm (418,4 g), naopak nejmenší byla plotice o 6,2 cm. Shodou okolností pochází tento minimální i maximální rozměr ryb ze stejného sběru ze dne 28. ledna 2012.

Výsledná data ze Žehuňského rybníku pocházejí z celkem 398 zanalyzovaných ryb o celkové hmotnosti 55,8 kg.

Hospodářsky významné druhy ryb

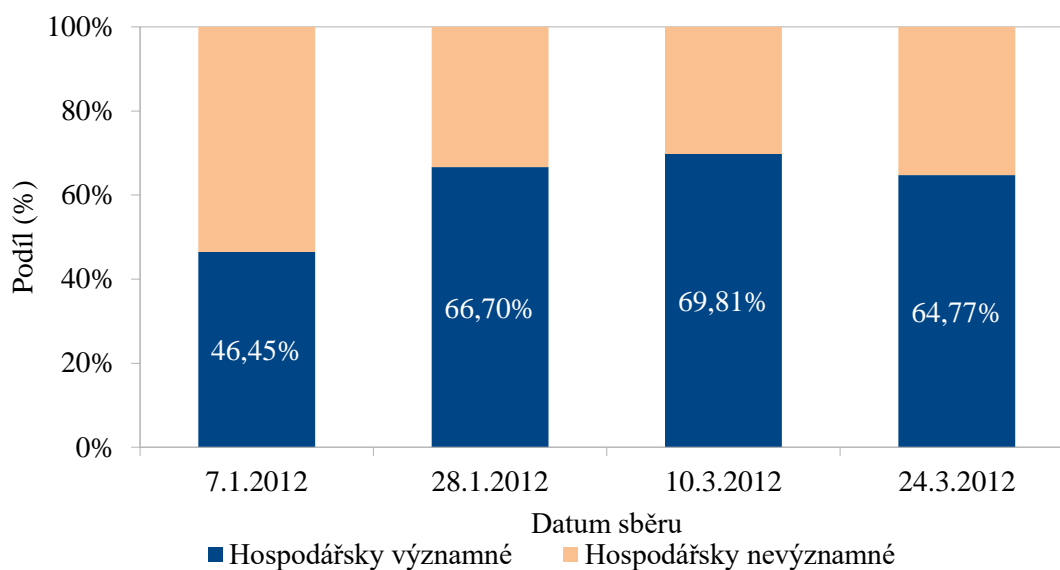
Pro zhodnocení podílu hospodářsky významných druhů ryb v potravě kormoránů velkých byly vybrány takové druhy, které jsou z hlediska svého využití častým předmětem zájmu produkčních i sportovních rybářů (mmj. jsou jimi hojně vysazovány do stojatých i tekoucích vod): kapr obecný, amur bílý, štika obecná, candát obecný (*Sander lucioperca*) a lín obecný (*Tinca tinca*).



Graf 9. Podíl hospodářsky významných druhů ryb¹⁾ dle početnosti na Žehuňském rybníku ve sběrech v období 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012.

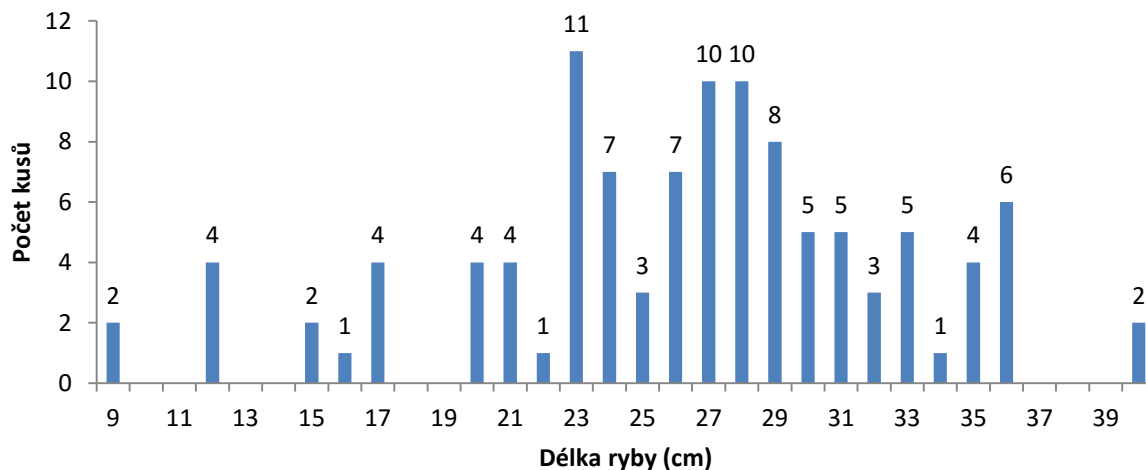
Z Grafu 9, který zobrazuje procentuální zastoupení hospodářsky významných ryb z hlediska početnosti, je patrné, že tyto tvoří sotva 30 % počtu ulovených ryb, ačkoliv jejich zastoupení v potravě kormoránů má mezi jednotlivými sběry v průběhu zimy stoupající tendenci. V podílu biomasy však tvoří až 70 % z celkového množství ryb (Graf 10).

¹ Kapr obecný, amur bílý, štika obecná, candát obecný (*Sander lucioperca*) a lín obecný (*Tinca tinca*)



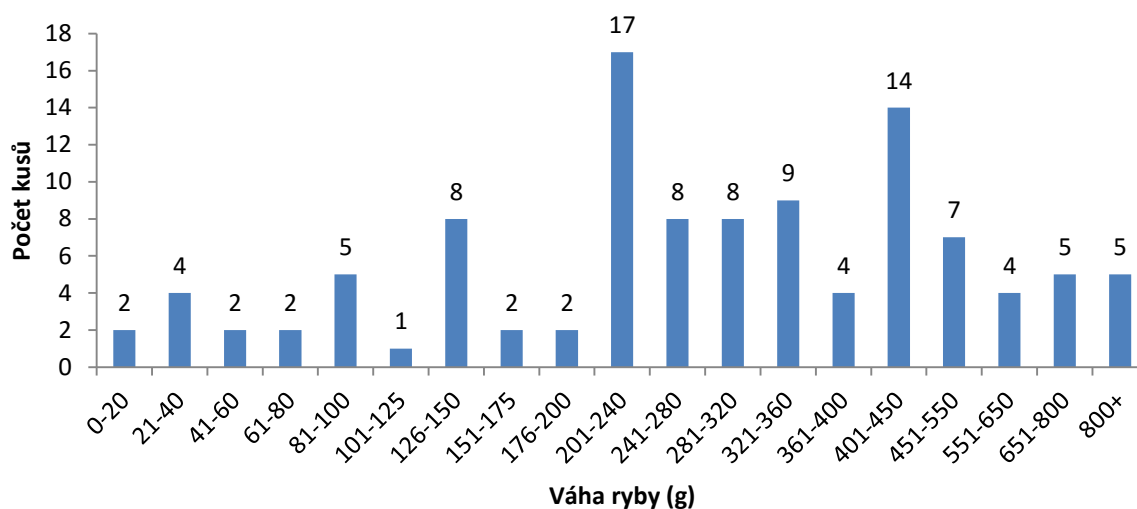
Graf 10. Podíl hospodářsky významných druhů ryb²⁾ dle celkové biomasy na Žehuňském rybníku ve sběrech v období 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012.

Rozměry hospodářsky významných druhů ryb se pohybovaly nejčastěji v délkách 23-36 cm (Graf 11a) a hmotnostech od 200 do 450 g (Graf 11b). Z celkového množství 398 ryb představovaly hospodářsky významné druhy 109 ks, což je 27,4 %.



Graf 11a. Histogram délky všech hospodářsky významných druhů ryb ulovených kormoránem velkým na Žehuňském rybníku v období 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012 (n = 109).

² Kapr obecný, amur bílý, štika obecná, candát obecný (*Sander lucioperca*) a lín obecný (*Tinca tinca*)



Graf 11b. Histogram hmotnosti všech hospodářsky významných druhů ryb ulovených kormoránem velkým na Žehuňském rybníku v období 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012 (n = 109).

Index diverzity

Pro zhodnocení rozmanitosti skladby kormoránů na Žehuňském rybníku byl použit Shannonův index diverzity.

Tabulka 7. Přehled rozmanitosti skladby potravy kormoránů a Shannonův index diverzity ve sběrech 7. 1. 2012 – 24. 3. 2012 na Žehuňském rybníku (n= 398).

Rozmanitost skladby potravy kormoránů	7. 1. 2012	28. 1. 2012	10. 3. 2012	24. 3. 2012	Všechny sběry
Plotice obecná	31	37	50	26	144
Okoun říční	24	9	11	5	49
Jelec floušť	4	1	0	1	6
Amur bílý	5	2	3	4	14
Oukleř obecná	0	0	1	0	1
Kapr obecný	8	25	32	16	81
Ostrorečka stěhovavá	0	0	1	0	1
Candát obecný	2	1	0	0	3
Jelec jesen	0	0	0	1	1
Cejnek malý	9	30	31	10	80
Karas stříbřitý	1	2	0	0	3
Hrouzek obecný	0	0	1	0	1
Lín obecný	0	0	3	0	3
Perlín ostrobřichý	0	0	2	0	2
Štika obecná	1	3	2	2	8
Ježdík obecný	0	0	1	0	1
Shannonův index diverzity	1,69	1,59	1,68	1,60	1,74

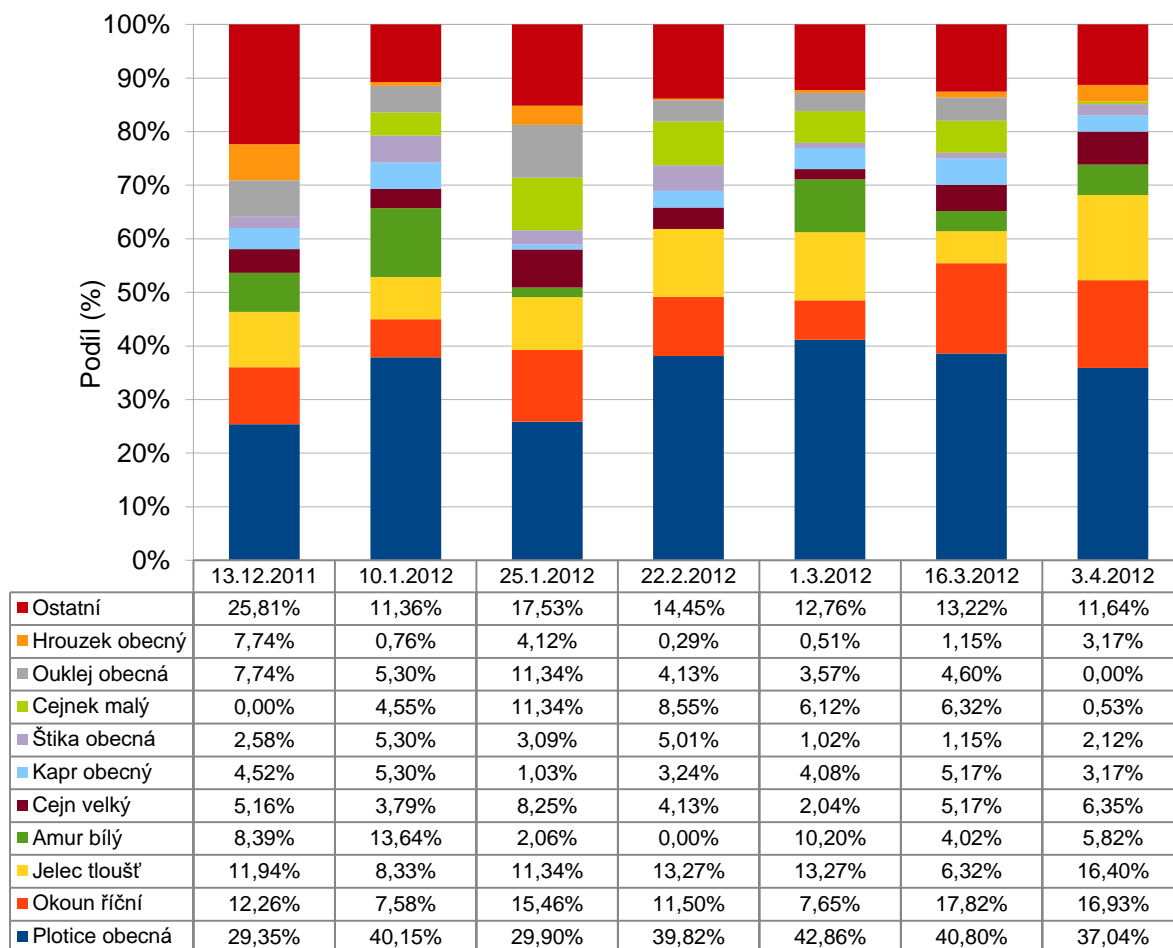
Jak vyplývá z Tabulky 7, celková úroveň diverzity se mezi jednotlivými sběry příliš nelišila, ačkoli zastoupení některých druhů ryb mezi sběry fluktuovalo.

Obecně lze říci, že díky silnému zastoupení několika druhů (především plotice obecné, kaprů obecných, cejnků malých a okounů říčních) je diverzita stravy kormoránů na této lokalitě spíše nízká a dosahuje úrovně 1,6-1,75 na Shannonově indexu.

Tento závěr je v souladu s našimi předpoklady, protože jednak lze v lokalitě Žehuňského rybníku racionálně předpokládat vyšší podíl několika chovných druhů ryb (především kaprů) a pouze omezené množství druhů ryb náplavních a jednak lze očekávat, že budou tyto hospodářsky významné druhy zároveň obecně i vyhledávanější potravou kormoránů.

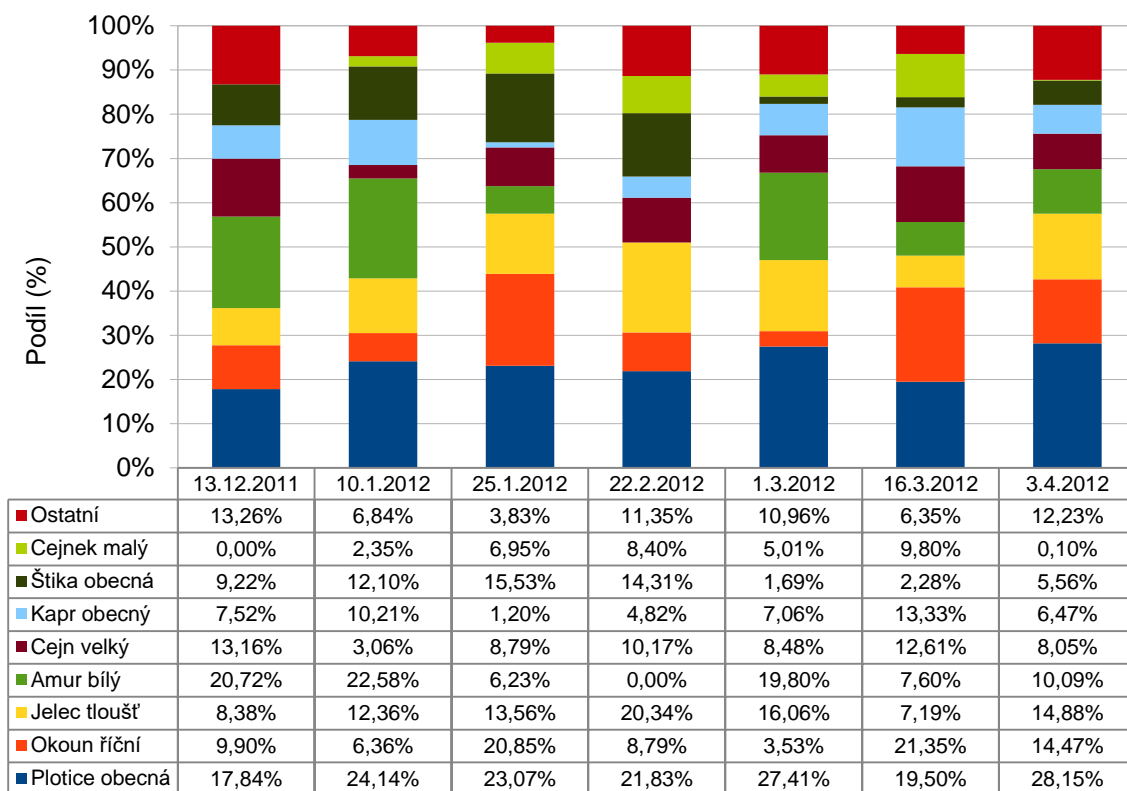
Potrava kormorána velkého ve sběrové lokalitě Zábělá

Na Grafu 12, který zobrazuje procentuální podíl druhů ryb v potravě kormorána velkého zimujícího na Zábělé v roce 2012, je patrné, že nejvíce dominantním druhem v celém sledovaném období je z hlediska početnosti plotice obecná. K nejpočetnějším druhům dále patřil okoun říční a jelec tloušť.



Graf 12. Podíl jednotlivých druhů ryb v potravě kormorána velkého dle početnosti na Zábělé v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 (n = 1437).

Při pohledu na biomasu odlovených ryb (Graf 13) je dominujícím druhem taktéž plotice obecná, následovaná okounem říčním a jelcem tloušťem. Celkově je druhové spektrum lovených ryb na Zábělé bohatší, než na Žehuňském rybníku, vzhledem k vyšší druhové diverzitě ichtyofauny.



Graf 13. Podíl biomasy jednotlivých druhů ryb v potravě kormorána velkého na Záběle ve vztahu k celkové biomase v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 (n = 1437).

Druhová skladba ryb v potravě kormorána

Ze vzorků odebraných na Záběle během zimy 2011/2012 bylo zjištěno v potravě kormoránů celkem 21 druhů ryb z 3 čeledí (kaprovití, okounovití, štikovití), z čehož výrazně dominují ryby kaprovité. Vzhledem k charakteru lovných ploch se dala vyšší druhová rozmanitost oproti Žehuňskému rybníku očekávat.

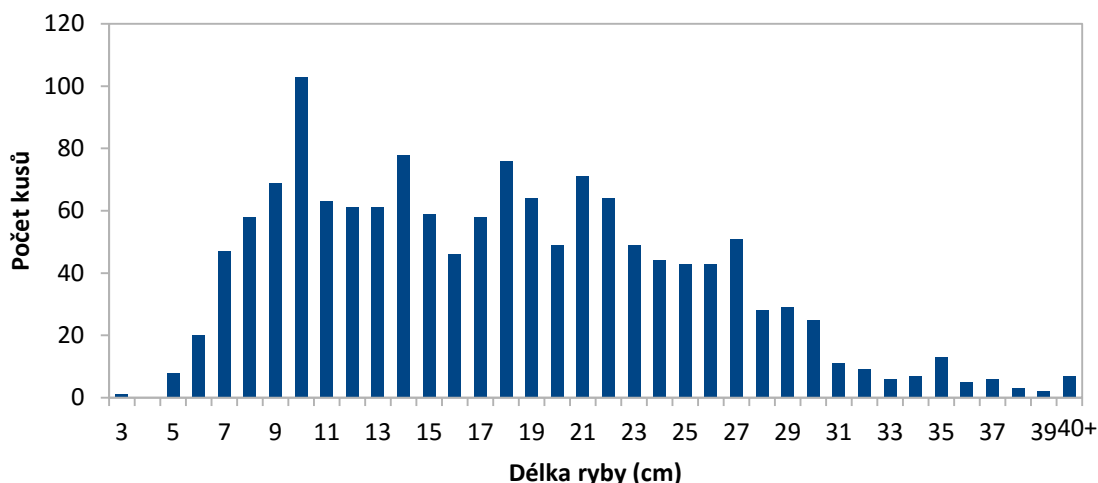
Výsledky pocházejí z celkem 1437 zjištěných kusů ryb. Nejvyšší počet zaujímá plotice obecná – 533 ks, následuje okoun říční – 180 ks a jelec tloušť – 172 ks (Tabulka 8). Nejméně se pouze v počtu 2 ks vyskytla v úlovcích kormorána velkého parma obecná (*Barbus barbus*) a karas stříbřitý (*Carassius auratus*).

Tabulka 8. Sumární přehled naměřených údajů ve sběrech 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 na Zábělé (n = 1437).

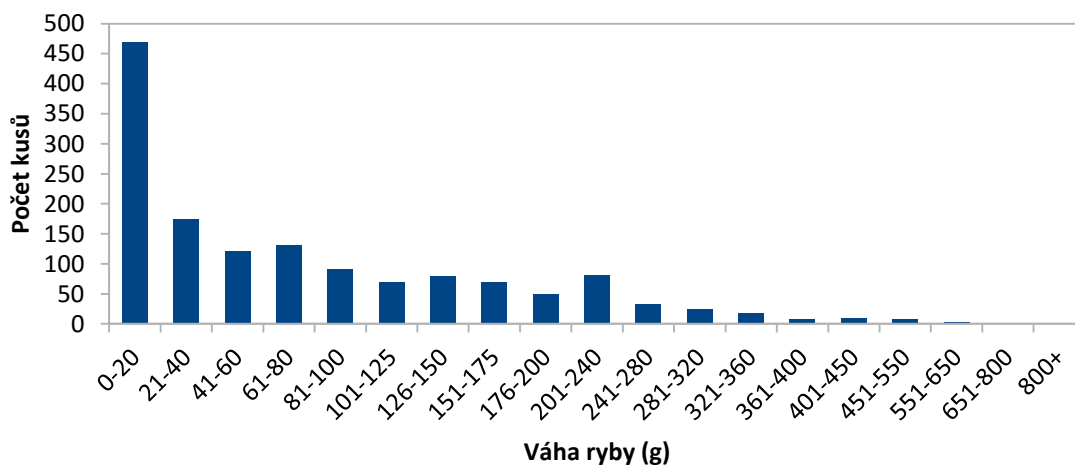
Druh ryby	Počet (n)	Celková hmotnost (g)	Průměrná délka (cm)	Průměrná hmotnost (g)	Minimální délka (cm)	Maximální délka (cm)	Minimální hmotnost (g)	Maximální hmotnost (g)
Amur bílý	84	15128,9	24,2	180,1	14,6	31,2	35,8	370,6
Bolen dravý	6	403,3	14,6	67,2	6,4	34	3,1	314,7
Candát obecný	19	2899,7	25,4	152,6	13	35,6	16,7	355,2
Cejn velký	68	11838,8	23,6	174,1	8,2	44,4	4,6	1055,6
Cejnek malý	70	5731,3	17,7	81,9	6	31	2,2	345,8
Hrouzek obecný	39	352,7	9,9	9	3,3	13,4	0,3	19,5
Jelec jesen	14	2650,7	23,7	189,3	7,4	39	4	548,8
Jelec proudník	34	918,2	13,1	27	5,6	22,3	1,2	108,6
Jelec tloušť	172	17227,6	19,4	100,2	4,8	41,2	1,1	643,3
Ježdík obecný	8	122,5	10,5	15,3	8	13,2	7,4	25,9
Kapr obecný	56	9447,3	19,5	168,7	6,2	30,2	3,4	496,4
Karas stříbřitý	2	175,8	17,1	87,9	16,5	17,6	79,8	96,1
Lín obecný	9	899,7	16,4	100	9,6	27,5	12	296,6
Okoun říční	180	13919,4	16,7	77,3	7,6	33,2	4,5	556,5
Ostroretka stěhovavá	15	1084,8	16,2	72,3	7,1	30,9	3,2	253
Ouklej obecná	71	1287,4	12,2	18,1	6,1	30,6	1	292,1
Parma obecná	2	1450,5	43	725,3	35	51	352,2	1098,4
Perlín ostrobřichý	7	384,6	16,3	54,9	11,1	23	13,7	134
Plotice obecná	533	28794,9	15,8	54	5,6	36,3	1,6	407,4
Podoustev nosák	5	62	10,8	12,4	7,8	13,4	4,2	21
Štika obecná	43	10627,9	33,1	247,2	24	41,6	87,4	477,6
Průměrné hodnoty	-	-	17,8	87,3	-	-	-	-

Velikost a váha lovených ryb

Jak je vidět na histogramech v Grafech 14 a, b a v Tabulce 8, velikost lovených ryb na Záběle se pohybovala mezi 3 a 51 cm a hmotnosti do 1098 g, přičemž nejvíce ryb mělo hmotnost do 20 g a měřilo 10 cm. Průměrná velikost všech ryb lovených na Záběle byla 17,8 cm a jejich průměrná hmotnost 87 g (viz Tabulka 8).

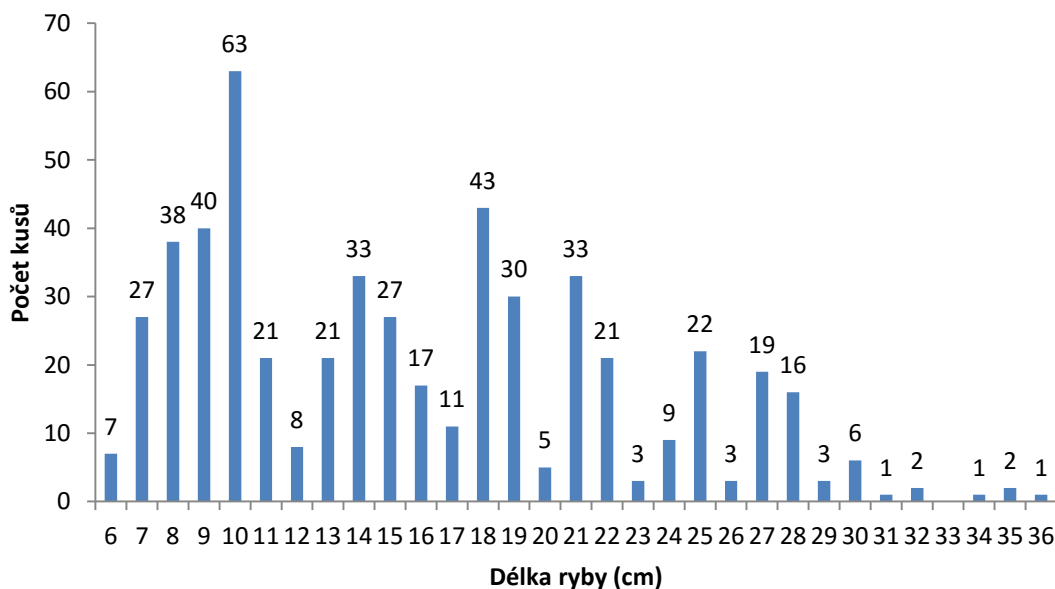


Graf 14a. Histogram délek všech ryb ulovených kormoránem velkým na Záběle v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 (n = 1437).

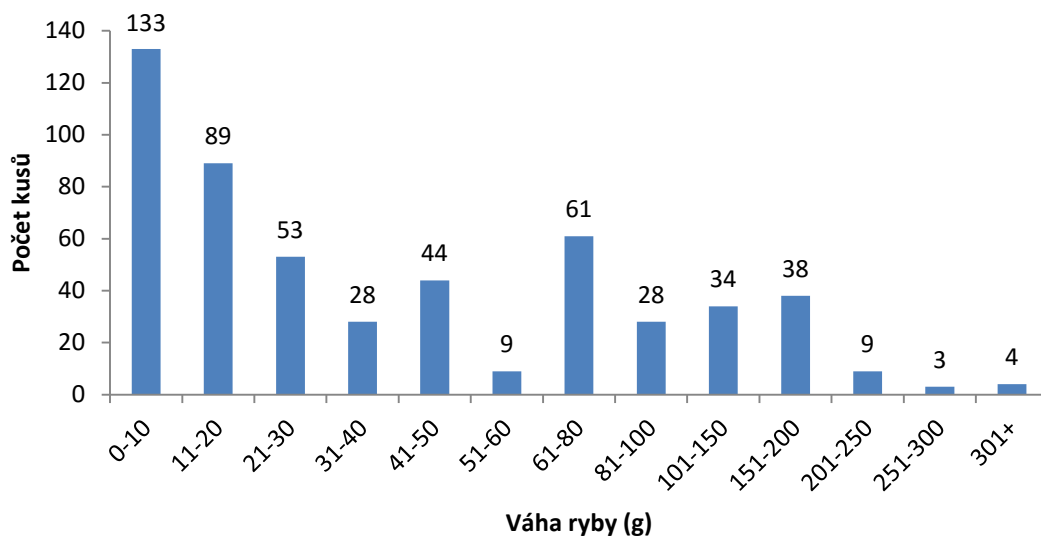


Graf 14b. Histogram vah všech ryb ulovených kormoránem velkým na Záběle v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 (n = 1437).

Plotice obecná, dominující svou početností i biomasou, byla lovena nejvíce v rozměru 7-21 cm a váze především do 30 g, přičemž naprosto největší část tvořily plotice o váze do 10 g (Grafy 15 a, b).

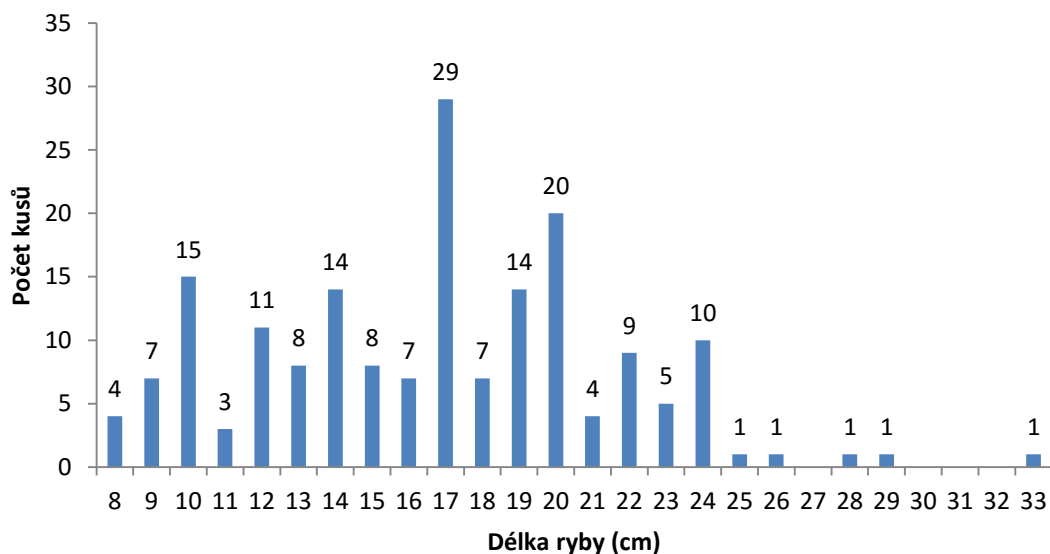


Graf 15a. Histogram délek ulovených plotic obecných (*Rutilus rutilus*) na Záběle v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 (n = 533).

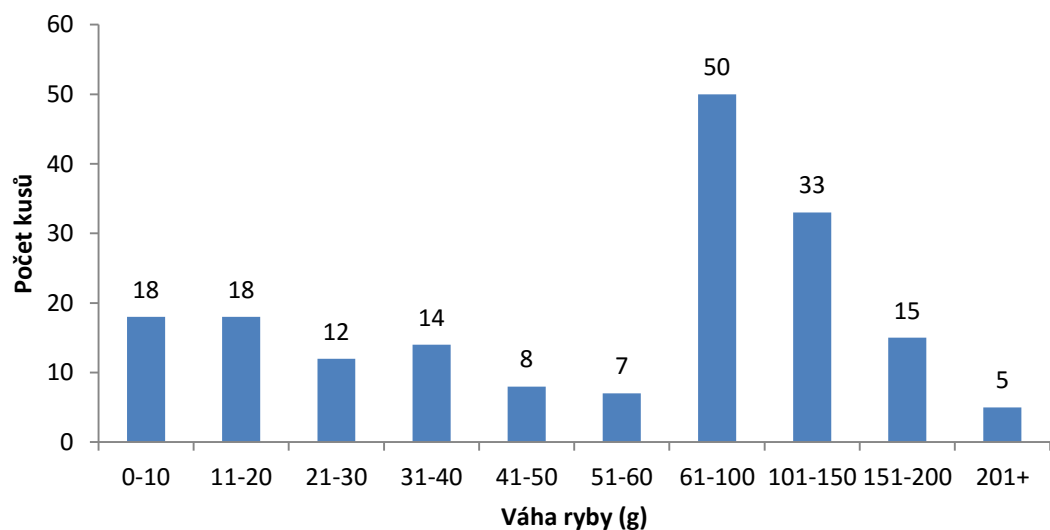


Graf 15b. Histogram vah ulovených plotic obecných (*Rutilus rutilus*) na Záběle v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 (n = 533).

V případě okouna říčního se délka ryb pohybovala především v rozpětí 10-20 cm a hmotnosti 60-150 g (Grafy 16 a, b).

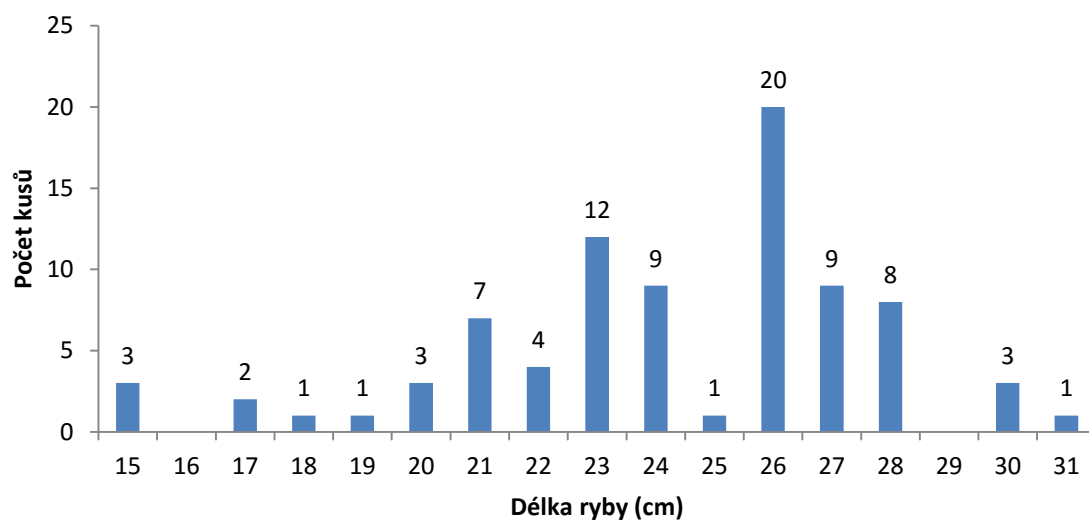


Graf 16a. Histogram délek ulovených okounů říčních (*Perca fluviatilis*) na Záběle v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 (n = 180).

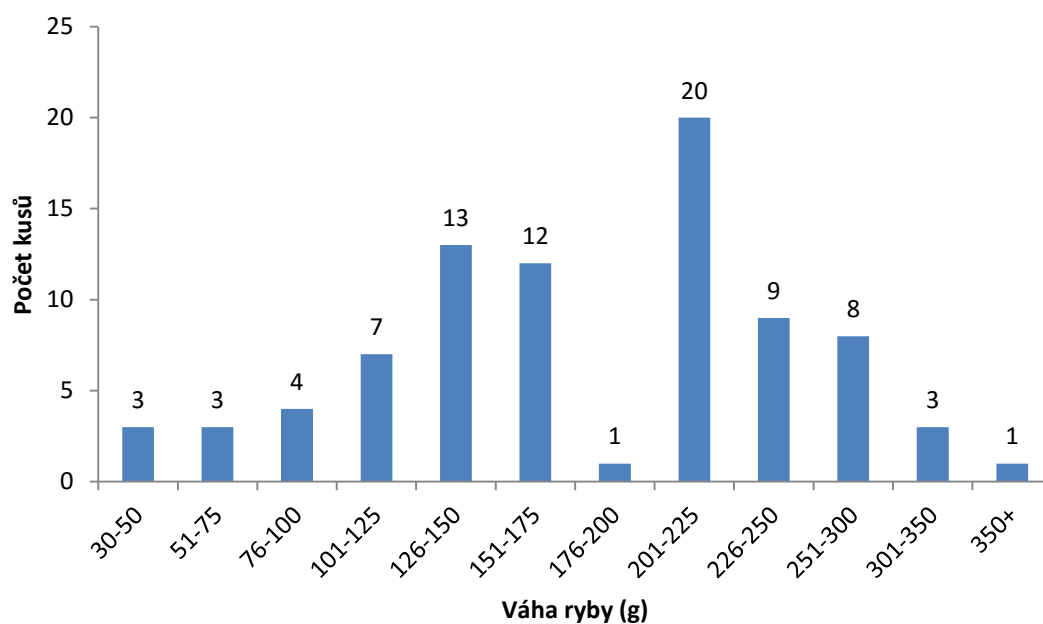


Graf 16b. Histogram vah ulovených okounů říčních (*Perca fluviatilis*) na Záběle v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 (n = 180).

Amur bílý byl nejvíce loven v délce 23-28 cm a o hmotnosti 125-250 g (Grafy 17 a, b).

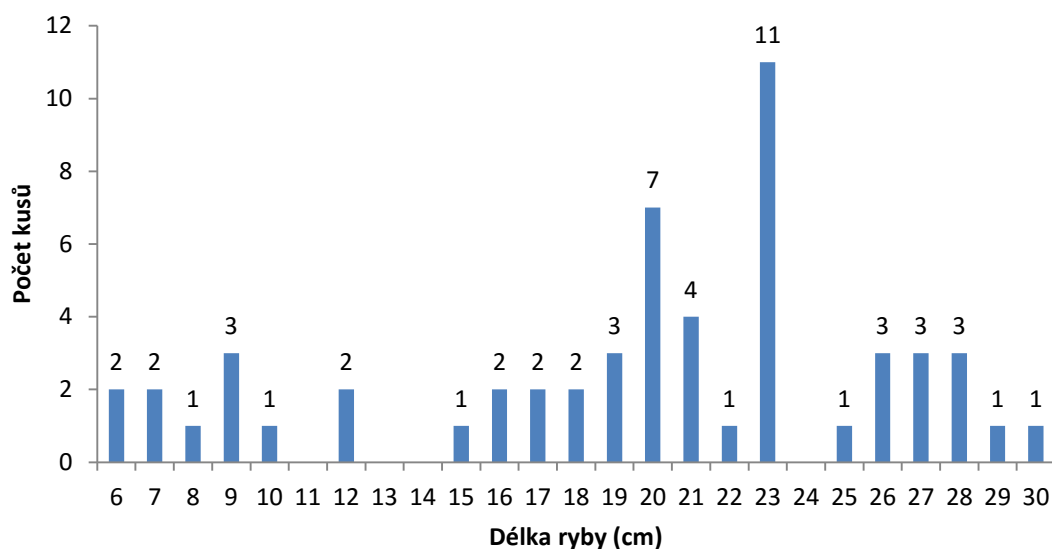


Graf 17a. Histogram délek ulovených amurů bílých (*Ctenopharyngodon idella*) na Záběle v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 (n = 84).

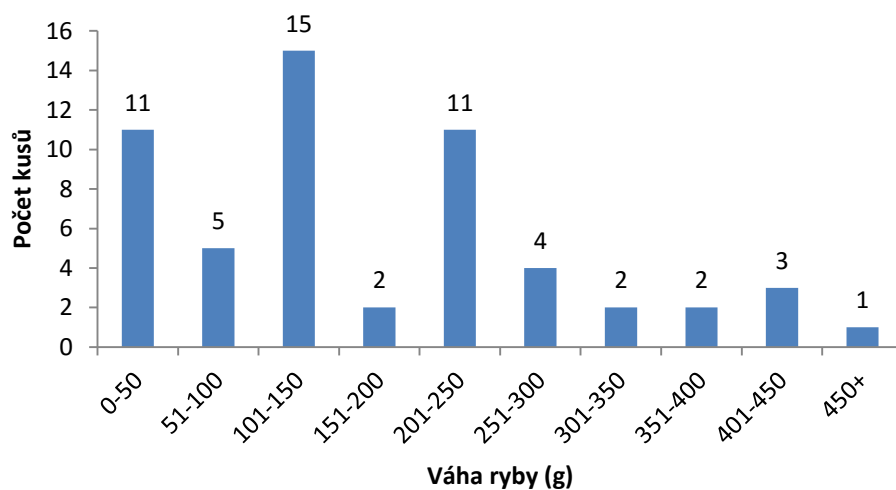


Graf 17b. Histogram vah ulovených amurů bílých (*Ctenopharyngodon idella*) na Záběle v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 (n = 84).

Kapr obecný měl nejčastěji délku 20-23 cm a váhu do 250 g (Graf 18 a, b).

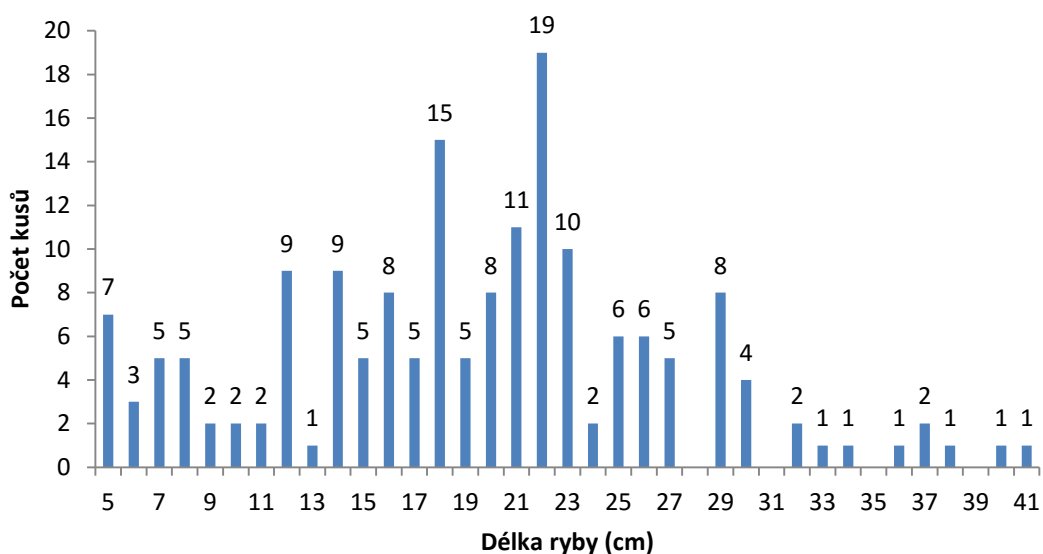


Graf 18a. Histogram délek ulovených kaprů obecných (*Cyprinus carpio*) na Záběle v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 (n = 56).

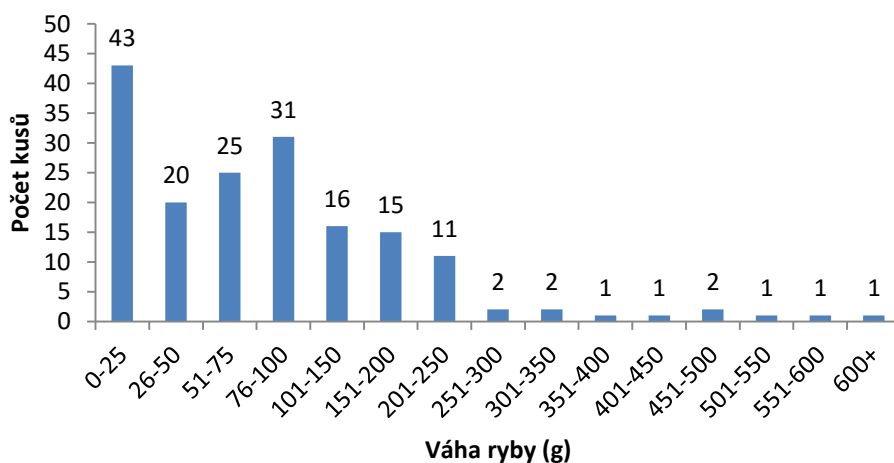


Graf 18b. Histogram vah ulovených kaprů obecných (*Cyprinus carpio*) na Záběle v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 (n = 56).

A nakonec jelec tloušť byl loven nejčastěji o délce 12-23 cm a váze do 100 g (Grafy 19 a, b).



Graf 19a. Histogram délek ulovených jlců tloušťů (*Squalius cephalus*) na Zábělé v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 (n = 172).



Graf 19b. Histogram vah ulovených jlců tloušťů (*Squalius cephalus*) na Zábělé v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 (n = 172).

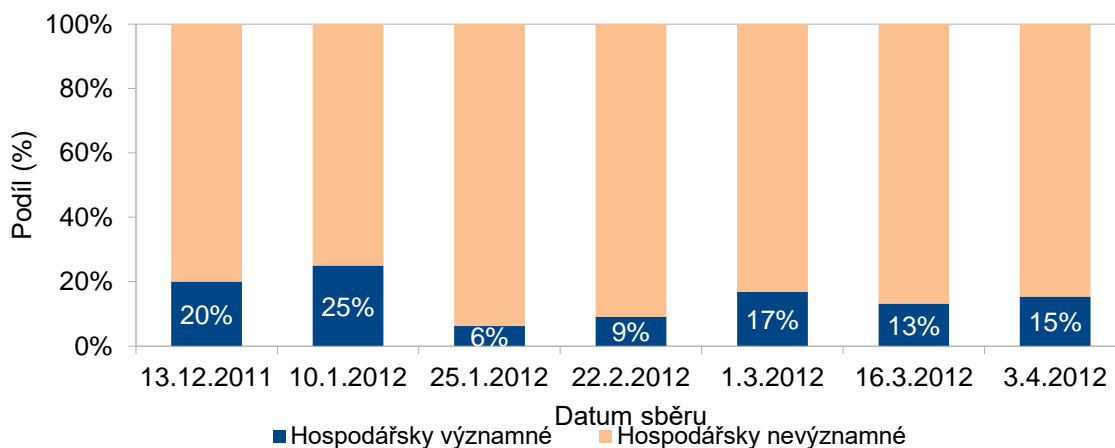
Z těchto výsledků tedy vyplývá, že největšími a zároveň nejtěžšími lovenými rybami na Zábělé byli amuři, kapři a tloušti, zatímco plotice a okouni byly spíše menší ryby.

Největší ulovené ryby byly cejn velký v délce 44,4 cm (1055 g) a parma obecná v délce 51 cm (1098 g), naopak nejmenší byl hrouzek obecný o pouhých 3,3 cm.

Výsledná data ze Zábělé pocházejí z celkem 1437 zanalyzovaných ryb o celkové hmotnosti 125,4 kg.

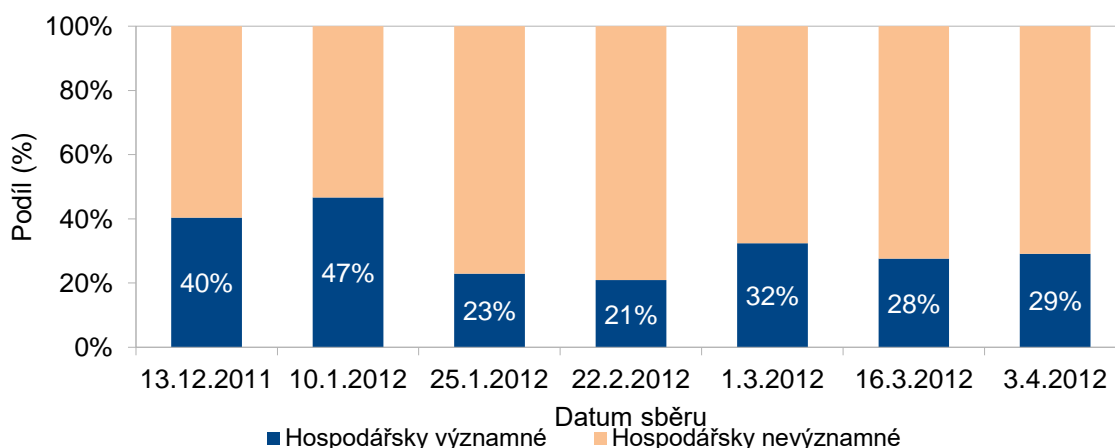
Hospodářsky významné druhy ryb

Jako hospodářsky významné druhy ryb byly pro účely této práce vybrány na lokalitě Zábělá stejné druhy jako pro Žehuňský rybník: kapr obecný, amur bílý, štika obecná, candát obecný, lín obecný, navíc pak i bolen dravý (*Aspius aspius*), který v potravě kormoránů na předešlé lokalitě nebyl zastoupen.



Graf 20. Podíl hospodářsky významných druhů³⁾ ryb dle početnosti na Zábělě ve sběrech v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012. (n = 1437)

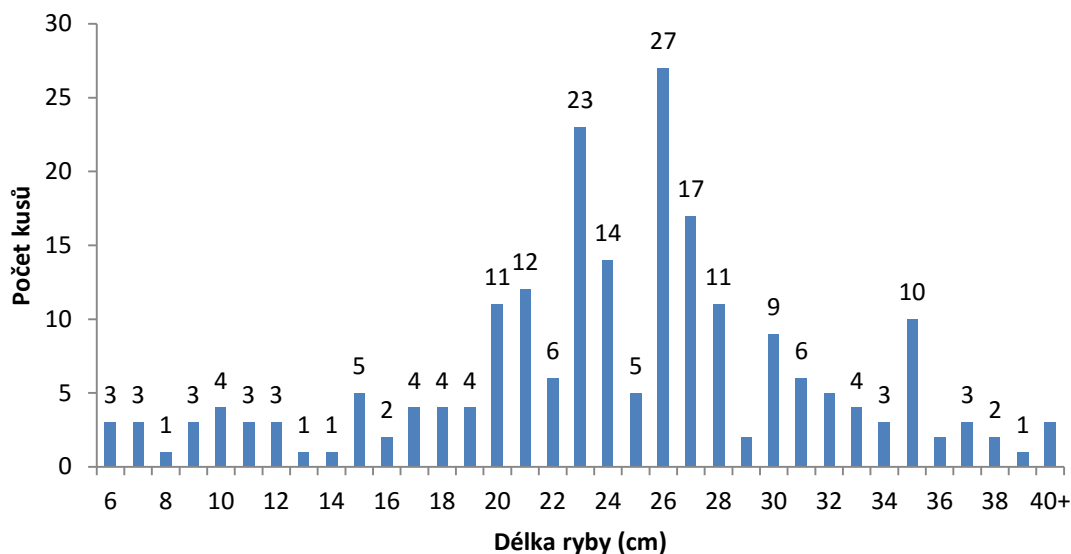
Jak je vidět na Grafu 20, tvoří hospodářsky významné druhy na řece Berounce početně relativně nízké procento. Největší podíl těchto ryb je patrný v prosinci 2011 a začátkem ledna 2012 (20 – 25 %), naopak nejmenší koncem ledna a v únoru (6 – 9 %). Pokud se ale podíváme na biomasu znázorněnou v Grafu 21, tvoří hospodářsky významné ryby v zimním maximu až 47 % a v minimu 21 %.



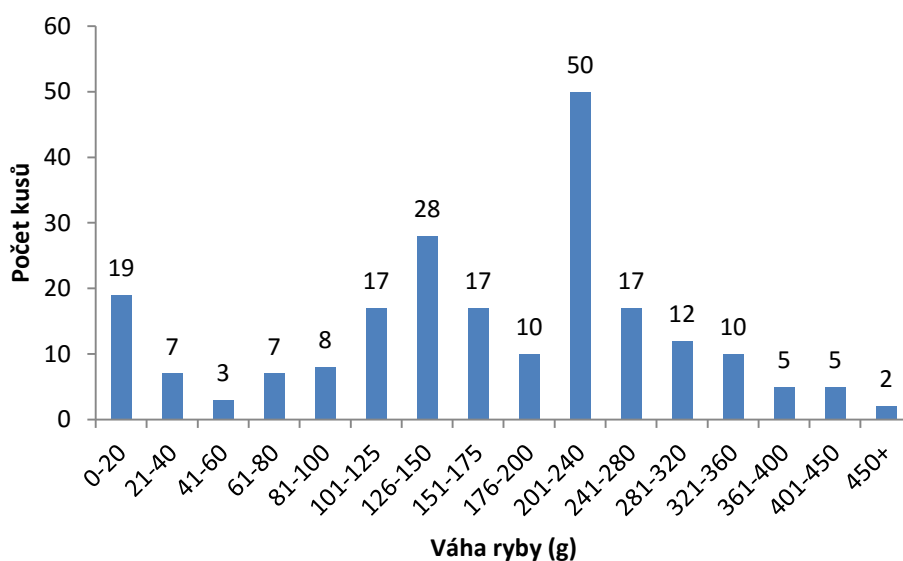
Graf 21. Podíl hospodářsky významných druhů ryb dle celkové biomasy na Zábělě ve sběrech v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012. (n = 1437)

³ kapr obecný, amur bílý, štika obecná, candát obecný, lín obecný a bolen dravý

Největší hospodářsky významné lovené ryby se v průměru pohybovaly nejčastěji v délkách 20-28 cm (Graf 22) a hmotnosti 100-300 g (Graf 23).



Graf 22. Histogram délky všech hospodářsky významných druhů ryb ulovených kormoránem velkým na Zábělě ve sběrech v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 (n = 217).



Graf 23. Histogram hmotnosti všech hospodářsky významných druhů ryb ulovených kormoránem velkým na Zábělě ve sběrech v období 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 (n = 217).

Index diverzity

Pro zhodnocení rozmanitosti skladby kormoránů na lokalitě Zábělá byla také použita analýza za pomoci Shannonova indexu diverzity.

Tabulka 9. Přehled rozmanitosti skladby potravy kormoránů a Shannonův index diverzity ve sběrech 13. 12. 2011 – 3. 4. 2012 na Zábělě (n = 1437).

Rozmanitost skladby potravy kormoránů	13. 12. 2011	10. 1. 2012	25. 1. 2012	22. 2. 2012	1. 3. 2012	16. 3. 2012	3. 4. 2012	Všechny sběry
Plotice obecná	91	53	29	135	84	71	70	533
Okoun říční	38	10	15	39	15	31	32	180
Jelec tloušť	37	11	11	45	26	11	31	172
Amur bílý	26	18	2	0	20	7	11	84
Hrouzek obecný	24	1	4	1	1	2	6	39
Ouklej obecná	24	7	11	14	7	8	0	71
Cejn velký	16	5	8	14	4	9	12	68
Kapr obecný	14	7	1	11	8	9	6	56
Štika obecná	8	7	3	17	2	2	4	43
Ostroreтка stěhovavá	8	0	0	4	3	0	0	15
Candát obecný	6	1	0	1	2	4	5	19
Lín obecný	5	0	0	2	1	1	0	9
Jelec proudník	4	1	1	16	6	2	4	34
Jelec jesen	3	2	0	3	2	1	3	14
Bolen dravý	3	0	0	0	0	0	3	6
Perlín ostrobřichý	2	2	0	1	1	1	0	7
Karas stříbřitý	0	1	0	0	0	1	0	2
Parma obecná	0	0	0	1	1	0	0	2
Cejnek malý	0	6	11	29	12	11	1	70
Podoustev nosák	0	0	0	5	0	0	0	5
Ježdík obecný	1	0	1	1	1	3	1	8
Shannonův index diverzity	2,30	2,05	2,06	2,04	2,01	2,03	1,97	2,20

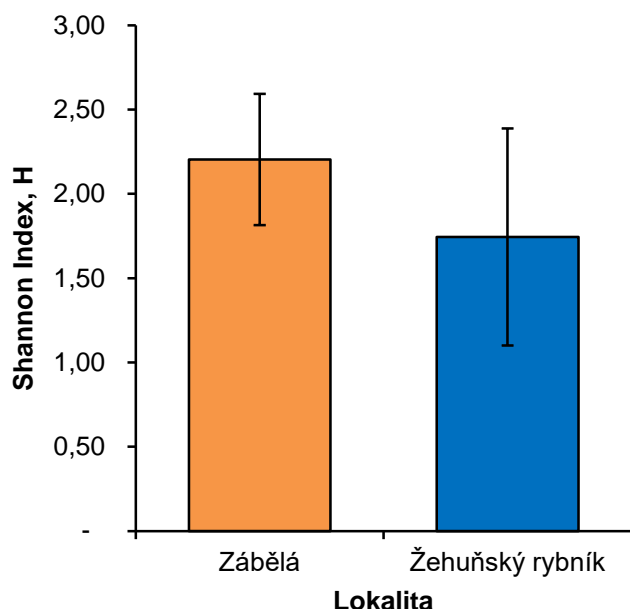
Jak vyplývá z Tabulky 9, celková úroveň diverzity se mezi jednotlivými sběry příliš nelišila, i při různě významných variacích v zastoupení jednotlivých druhů ryb v různých sběrech (podobně jako na Žehuňském rybníku).

Obecně lze však říci, že v lokalitě Zábělá byla diverzita kormoránem ulovených druhů výrazně vyšší, než na Žehuňském rybníku, a to nejspíše díky celkem silnému zastoupení mnoha druhů, které se na Žehuni ve vývrzcích kormoránů vůbec anebo téměř neobjevovali. Celkově byla diverzita stravy kormoránů na lokalitě v Zábělě relativně vyšší a dosahovala úrovně okolo 2,0-2,3 na Shannonově indexu.

Tento závěr je v souladu s našimi předpoklady, protože druhová skladba ryb, která je jedním z nejdůležitějších faktorů určujících skladbu potravy kormoránů, je v lokalitě Zábělá díky menší regulaci ze strany člověka více různorodá.

Srovnání druhové diverzity lovených ryb mezi oběma lokalitami

Jak je vidět na Grafu 24, hodnota Shannonova indexu v lokalitě Zábělá je výrazně vyšší, než jeho hodnota na Žehuňském rybníku. Zároveň je ale (především díky nízkému rozptylu danému mj. i výrazně vyšším počtu vzorků) konfidenční interval pro hodnotu Shannonova indexu pro lokalitu Zábělá výrazně užší, než pro lokalitu Žehuňský rybník.



Graf 24. Srovnání Shannonova indexu a jeho konfidenčního intervalu pro obě lokality

Pro statistické srovnání toho, jestli diverzita měřená pomocí Shannonova indexu diverzity je v obou lokalitách stejná, byla nejdříve použita modifikovaná verze t-testu, vyvinutá původně Hutchinsonem (1970) a dále rozpracovaná dalšími autory (mj. Gardener 2014).

Jako nulovou hypotézu jsme použili předpoklad, že rozdíly v diverzitě mezi oběma lokalitami jsou statisticky významné.

Nejprve byly pro obě lokality odhadnuty rozptyly pomocí daného vzorce (více viz Metodika):

$$S_H^2 = \frac{\sum_{i=1}^s p^*(\ln(p))^2 - (\sum_{i=1}^s p^* \ln(p))^2}{n} + \frac{s-1}{2n^2}, \text{ kde:}$$

p – procentuální podíl daného druhu na celkovém počtu ulovených ryb v dané lokalitě

ln – přirozený logaritmus

n – celkový počet ulovených ryb v dané lokalitě

s – počet druhů, které se alespoň jednou při sběru vyskytly v dané lokalitě

Následně byla spočítána hodnota modifikované t-statistiky:

$$t = \frac{H_a - H_b}{\sqrt{s_{H_a}^2 + s_{H_b}^2}} = 7,77$$

Dále byly odhadnuty stupně volnosti, které se zaokrouhlily na nejbližší nižší celé číslo:

$$s_H^2 = \frac{\sum_{i=1}^s p * (\ln(p))^2 - (\sum_{i=1}^s p * \ln(p))^2}{n} + \frac{s-1}{2n^2} = 1,73 \sim 1$$

Kritická hodnota oboustranného t-testu pro 1 stupeň volnosti na hladině významnosti 5 % je 12,71. Protože naše testová statistika je nižší, než kritická hodnota testu, zamítáme na dané hladině významnosti nulovou hypotézu.

Daný výsledek jsme kvůli robustnosti vůči normalitě dat ještě ověřili pomocí Kruskal Wallisova testu. Tento test je konstruován tak, že použitá data nemusí splňovat předpoklad normality.

Předpokládali jsme stejnou nulovou hypotézu, tedy, že diverzita ulovených ryb v obou lokalitách není stejná.

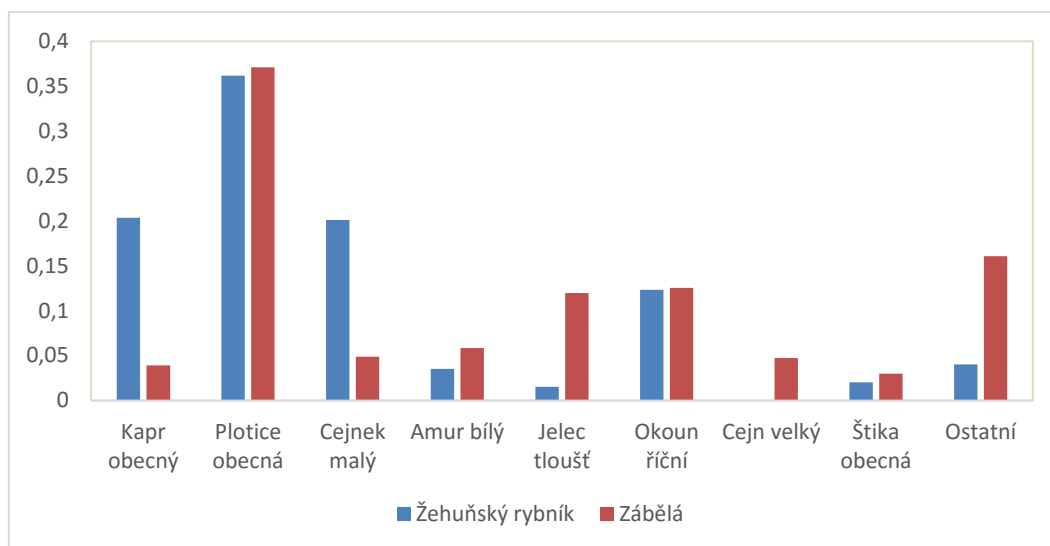
P-hodnota testu, při 1 stupni volnosti v R vyšla 0,3173, na základě čehož také musíme na dané hladině významnosti nulovou hypotézu odmítnout.

Ačkoli tedy vizuálně identifikujeme výrazný rozdíl mezi diverzitou v obou lokalitách, statisticky se nám ji (především kvůli vysokému rozptylu dat za Žehuňský rybník) prokázat nepodařilo.

Diskuse

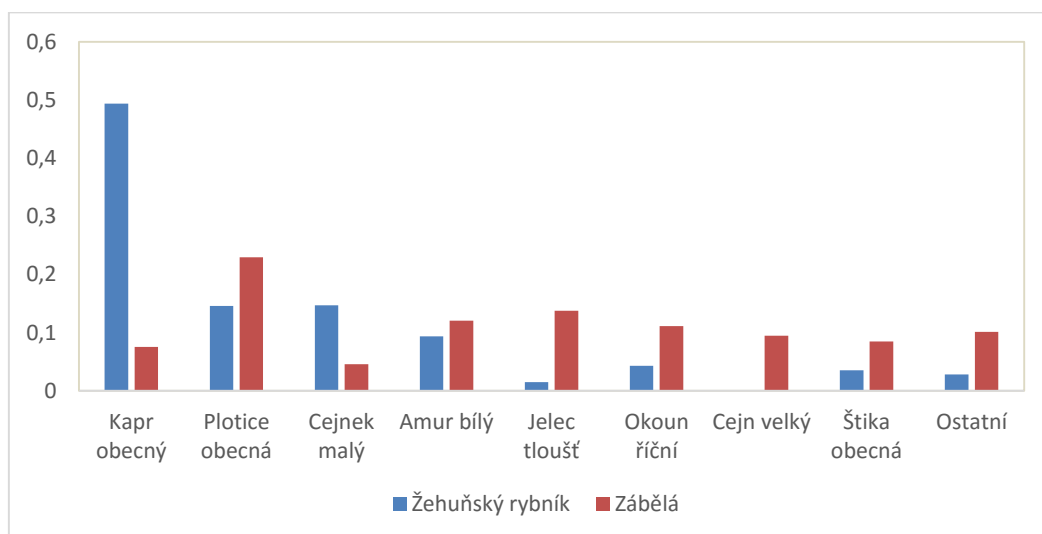
Nejvýznamnější složky a druhové složení ryb v potravě kormorána

Ze sesbíraných potravních vývržků na Žehuňském rybníku v průběhu zimy 2011/2012 bylo zjištěno, že nejvýznamnější složkou potravy kormoránů byly z hlediska početnosti plotice obecná (36,2 %), kapr obecný (20,4 %) a cejnek malý (20,1 %). Z hlediska biomasy tvořil nejvýznamnější část kapr obecný (49,4 %), cejnek malý (14,7 %) a plotice obecná (14,6 %).



Graf 25. Podíl vybraných druhů ryb na celkovém počtu vzorků v dané lokalitě

Nejpočetnějším druhem v druhé sběrové lokalitě na řece Berounce v Zábělé byla také plotice obecná (37,1 %), následovaná okounem říčním (12,5 %) a jelcem tloušťem (12 %). Největší část biomasy tvořila plotice obecná (23 %), jelec tloušť (13,7 %) a amur bílý (12,1 %).



Graf 26. Podíl vybraných druhů ryb na celkové biomase vzorků v dané lokalitě

Čech et al. (2008) ve studii z VN Želivka a Slapy uvádí jako nejvíce početně dominantní druh v zimní kořisti kormorána taktéž plotici obecnou a to v 56,8 % v teplé zimě na Želivce a jako superdominantní kořist v celkem 83,1 % na Slapech ve studené zimě. Podobné výsledky dokumentuje i studie Čech & Hladík (2005) na vyrovnávací nádrži Lipno II, kde potravní analýza probíhala v zimě 2004/2005.

Suter (1997) ve svém článku, kde shrnuje výsledky z mnoha potravních studií, uvádí plotici obecnou jako početně dominantní druh na jezerech a vodních nádržích (58 %). Významný podíl kaprů v potravě kormoránů na rybnících s kapří obsádkou popisují ve svých studiích například i Mellin et al. (1997) nebo Adámek & Kortan (2003). Plotice a kapry, jakožto nejvýznamnější složky v potravě kormoránů, zaznamenali Carrs & Ekins (2002).

Zjištěné výsledky z Žehuňského rybníku tedy celkově odpovídají dosavadním poznatkům z citovaných studií, především vzhledem k vysokému podílu plotic a kaprů v potravě kormoránů. Přesto je však námi zjištěný podíl plotic obecných o něco nižší, než ve srovnatelných studiích.

Potravní složení kormoránů na řekách ovlivňuje podle mnoha autorů mimo jiné i typ toku, kdy jsou na dolních a pomalu proudících tocích řek loveny hlavně kaprovité ryby a to například plotice a cejni, ačkoliv je druhová selektivita ryb téměř nulová (Marquiss & Carss, 1994; Keller, 1995; Suter, 1997). Le Louarn (2003) popisuje jako nejčastěji lovené druhy ryb na velkých regulovaných tocích plotice a jelce tloušť.

Také Fonteneau et al. 2009 v zimě uvádí jako nejvíce chytané druhy ryb na různých typech vodních ploch plotice, cejny a cejny. Oproti citovaným studiím však byl na řece Berounce zjištěn výrazný podíl okouna říčního, amura bílého a oukleje obecné.

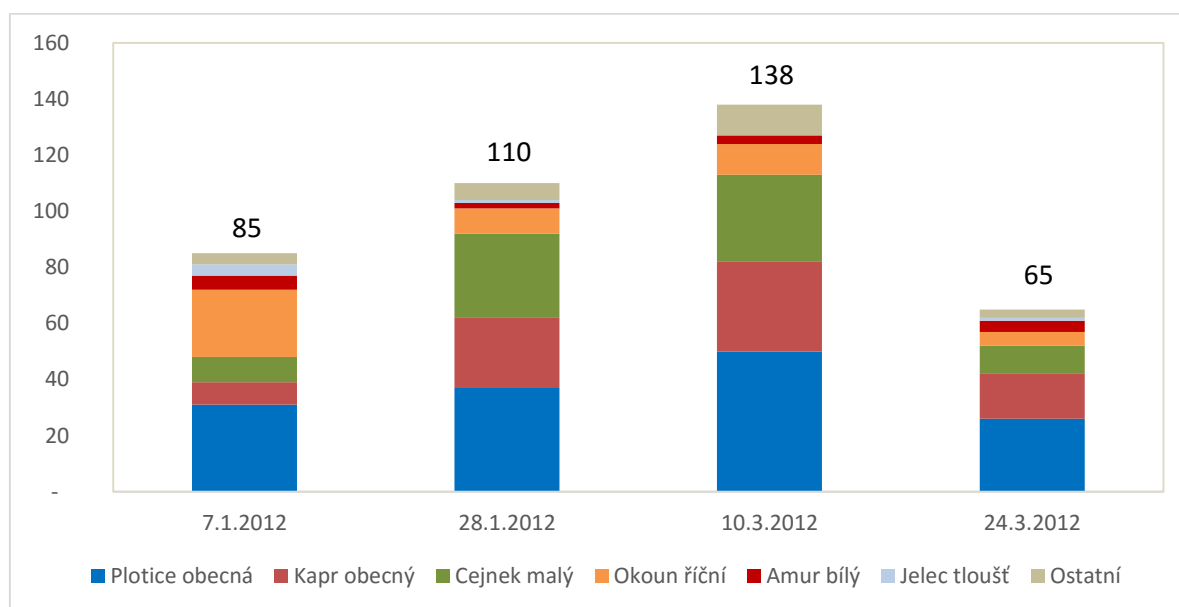
Lze říci, že potravu kormoránů tvořily na obou sběrových lokalitách především hejnovité, kaprovité ryby. Kromě vysokého podílu kapra obecného (49,4 %) v odlovené biomase na chovném Žehuňském rybníku se však jednalo o pro člověka druhově neatraktivní druhy (plotice obecná, cejnek malý, okoun říční, jelec tloušť).

Dominanci kaprovitých ryb ve stojatých vodách (často až v 90%), popisují ve svých člancích například Suter (1997) a Santoul et al. (2004) nebo Veldkamp (1997). Vysoký podíl kaprovitých ryb v potravě kormoránů dále uvádí i Carrs & Ekins (2002), Carpentier et al. (2002) na francouzských jezerech, Adámek & Kortan (2003) nebo Emrich & Duttmann (2011). Dle De Nieho (1995) kormoráni preferují kaprovité ryby právě ve sladkých vodách Evropy.

Podle některých studií se v potravě kormoránů objevují především pro člověka neatraktivní druhy ryb, potvrzuje například Andreska et al. (2007), Andreska & Rusňák (2008), Vejřík et al. (2009) nebo Čech (2004). To však kvůli vysokému podílu kapra obecného (především v celkové biomase) se v naší studii tolik nepotvrdilo.

Změny a vývoj složení potravy v průběhu zimního období

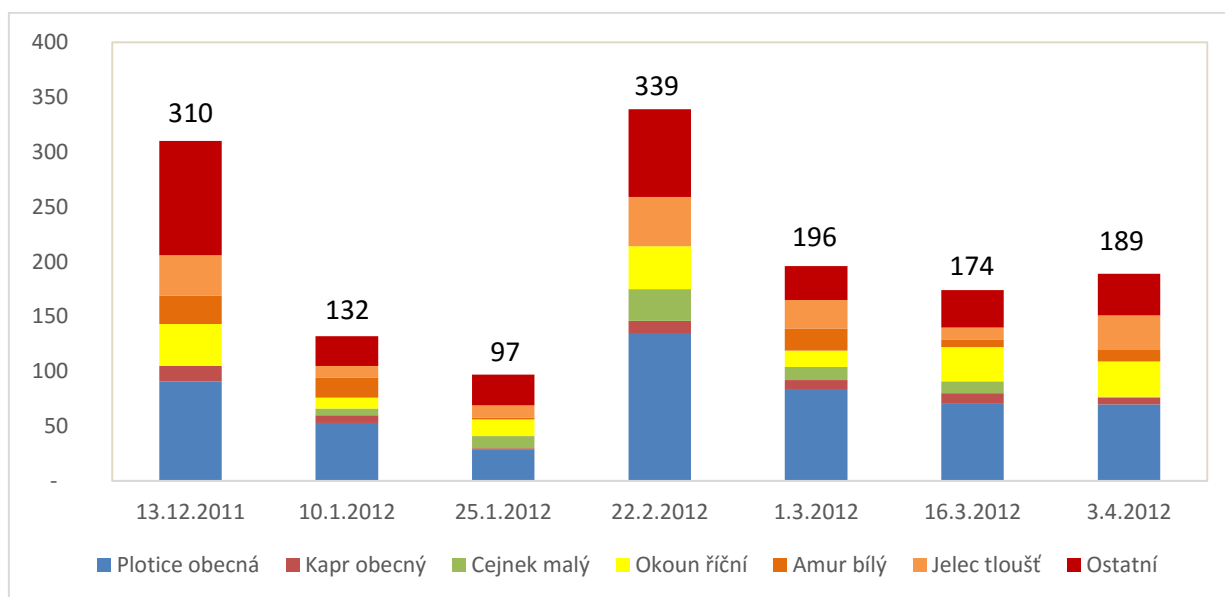
Druhé složení ryb se v obou lokalitách během sledovaného období měnilo především v první části zimy. Na Žehuňském rybníku byli v prvním sběru výrazně zastoupeni okouni říční (a částečně i amur bílý), které byly při pozdějších sběrech významně vytlačeni ve prospěch kaprů obecných a cejnků malých. Na Berounce jsme také zaznamenali výraznější fluktuace především u okounů říčních a cejnků malých.



Graf 27. Vývoj počtu odebraných vzorků při daném sběru v lokalitě Žehuňský rybník

Ten zaznamenal v lokalitě Zábělá v průběhu zimy vzrůstající tendenci, kdy na začátku zimy představoval pouze malou část ulovených ryb a jehož podíl kulminoval v únorovém sběru, než opět začal klesat.

Na zimovišti v Troji na řece Vltavě bylo pozorováno relativně stálé druhové spektrum ryb v potravě kormoránů (Andreska & Rusňák, 2008).



Graf 28. Vývoj počtu odebraných vzorků při daném sběru v lokalitě Zábělá

Na Žehuňském rybníku kormoráni stále lovili především kapry, plotice a cejny. Toto potravní spektrum jak se zdá, výrazně neovlivnila ani zamrzlá hladina rybníku (sběr ze dne 28. 1. 2012), která mohla přimět kormorány odletět lovit na řeku Cidlinu nebo blízké Labe. To, že kormoráni při zámru rybníků či údolních nádrží vyhledávají jako alternativní zdroj potravy řeky nebo alespoň jejich nezamrzající úseky, popisuje ve svém článku například Vrána (2014).

Alternativní vodní plochy v okolí sledovaných lokalit jako další potenciální zdroje potravy kormoránů

Vzhledem k doletové vzdálenosti kormorána velkého, která představuje okruh velký 20 až 35 km (Platteeuw & Van Eerden, 1995; Gremillet & Argentin, 1998), lze v okolí sledovaných konfliktních lokalit očekávat další potenciální vodní plochy, které mohl kormorán využívat pro lov ryb.

Na Žehuňském rybníku, zejména při jeho lednovém zamrznutí, by připadala nejvíce v úvahu řeka Cidlina nebo Labe. Vzhledem ke zjištěnému značnému podílu kaprů v potravě, je však nejvíce pravděpodobné, že kormoráni nejvíce lovili především na chovném Žehuňském rybníku.

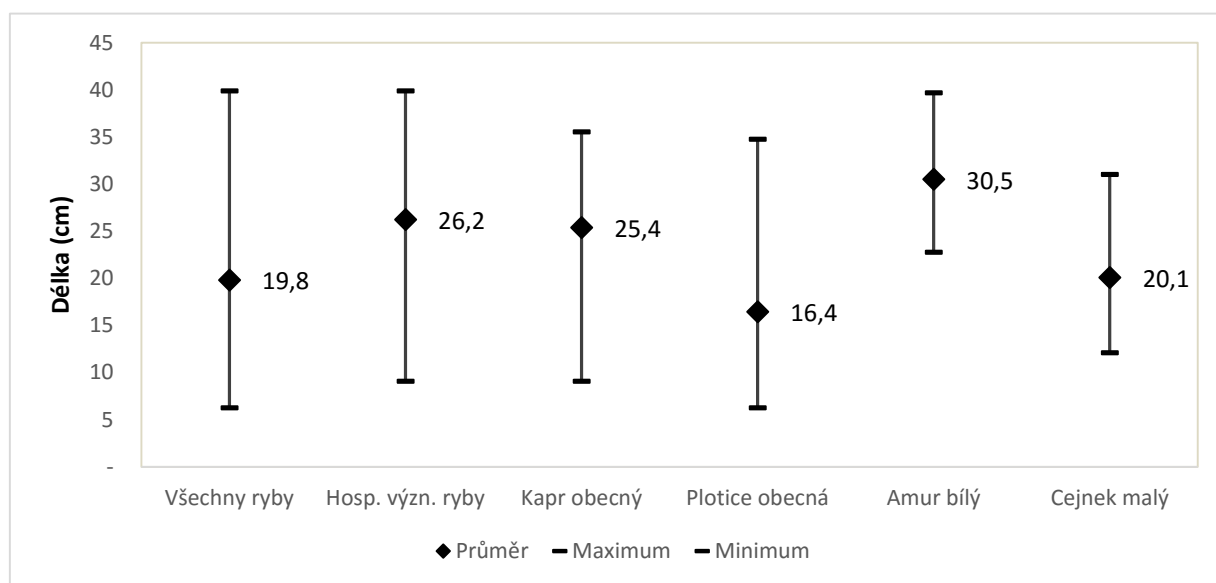
Tento závěr prezentuje i Čech (2012), který říká, že v zimních měsících kormoráni zřejmě vyhledávají lokality s vysokou koncentrací ryb, jako jsou produkční rybníky nebo sádkové chovy. Podle Adámka & Kortana (2003) je takové chování typické hlavně pro migrující hejna kormoránů, což způsobuje silný predanční tlak.

Velké množství zpravidla jednodruhových obsádek usnadňuje kormoránům ulovit dostatečné množství potravy při nízkém výdeji energie. Složení potravy kormoránů následně odpovídá obsádkám produkčních druhů ryb v daném prostředí (Adámek & Kortan, 2003). Andreska & Rusňák (2008) uvádí, že kormoráni při přezimování preferují lokality s dostatkem potravy a pravděpodobně se v nich spokojí s jakoukoliv rybí obsádkou.

V okolí 20-35 km sběrové lokality Zábělá mohli kormoráni využívat jako potravní zdroje mimo řeky Berounky další řeky (Mže, Radbuza, Úhlava, Úslava, Střela) a stojaté vody (Bolevecké rybníky, údolní nádrže České údolí, Ejpovice, Klabava a Hracholusky). Charakter obou sběrných lokalit i okolních vodních ploch nahrává předpokládané vyšší diverzitě lovených ryb na řece Berounce.

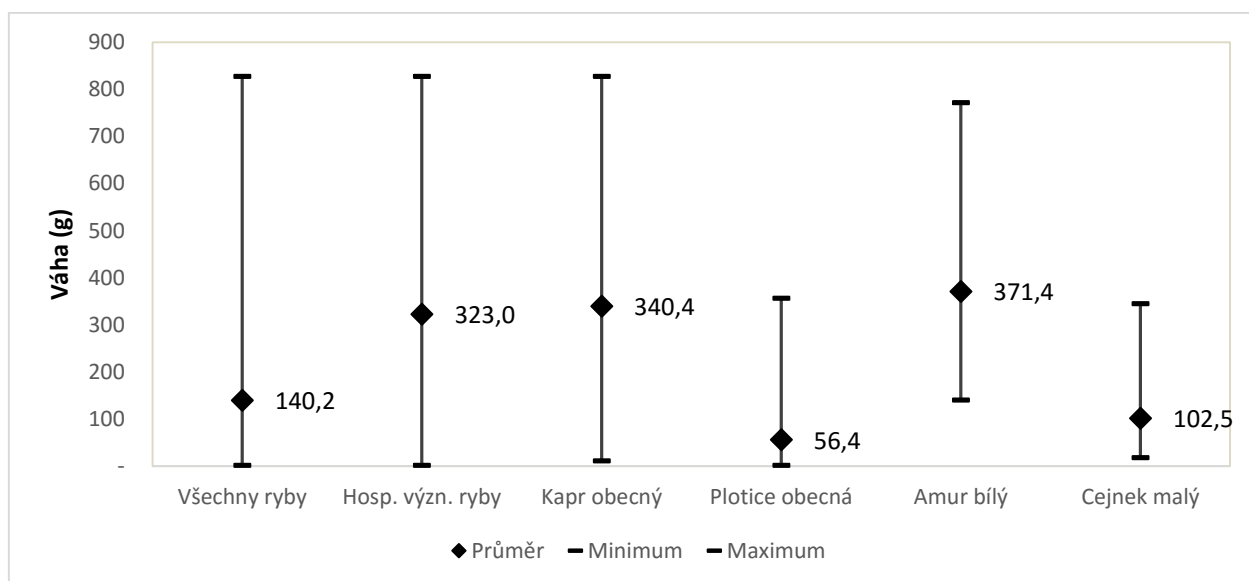
Velikost a váha lovených ryb

Velikost ryb ulovených kormorány na Žehuňském rybníku se pohybovala mezi 6 a 40 cm, přičemž jejich průměrná délka představovala 19,8 cm. Průměrná velikost kaprů byla 25,4 cm a plotic 16,4 cm (Graf 29). Největšími lovenými rybami byli kapři a amuři, ostatní druhy ryb lovili kormoráni v menších rozměrech.



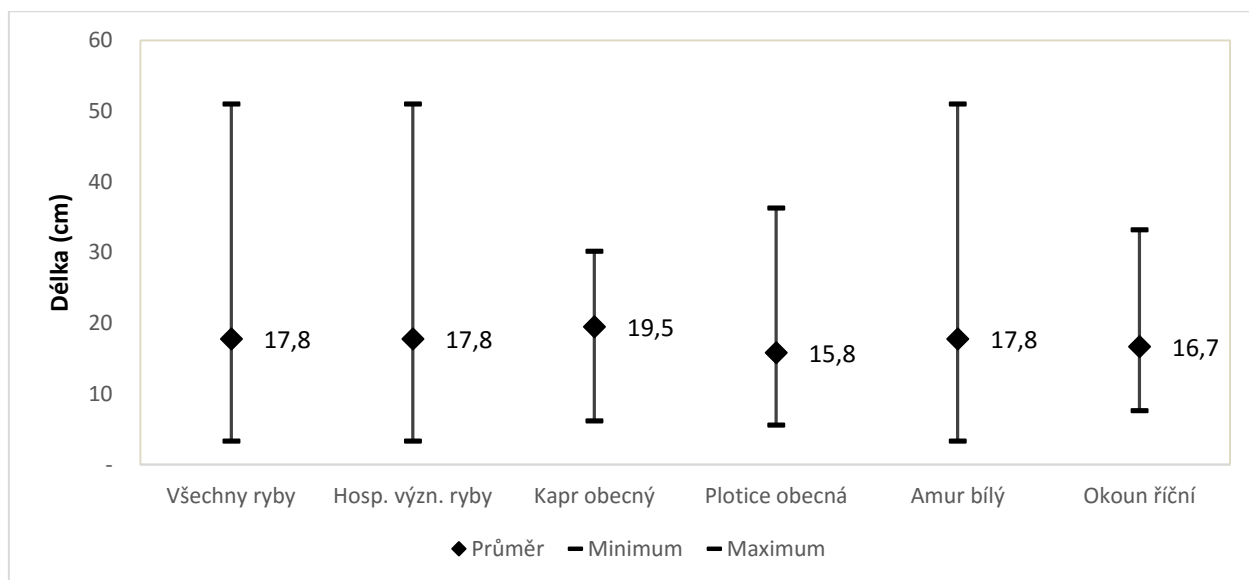
Graf 29. Rozpětí délek ryb (cm) ve všech vzorcích v lokalitě Žehuňský rybník

Váha ryb se na Žehuňském rybníku pohybovala v širokém rozsahu do 828 g a průměrná hmotnost všech ulovených ryb na rybníku byla 140,2 g (Graf 30). Průměrná váha kaprů byla 340,4 g a průměrná váha plotic 56,4 g.



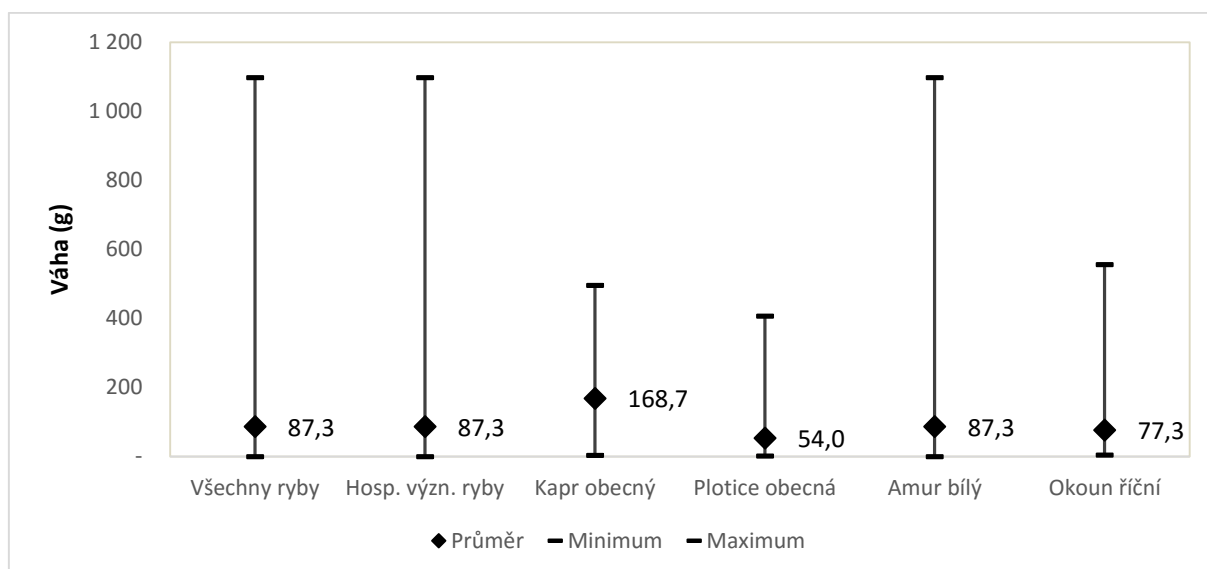
Graf 30. Rozpětí vah ryb (g) odpovídající identifikovaným vzorkům pro vybrané druhy ryb ve všech vzorcích v lokalitě Žehuňský rybník.

Na řece Berounce se vyskytovaly ryby ve velikosti od 3 do 51 cm, přičemž jejich průměrná délka byla 17,8 cm (Graf 31). Průměrné velikosti ulovených ryb byly v této lokalitě více vyrovnané, avšak i přesto byly průměrné délky i váhy hospodářsky významných druhů (kapr obecný, amur bílý) o něco vyšší oproti ostatním druhům ryb.



Graf 31. Rozpětí délek ryb (cm) ve všech vzorcích v lokalitě Zábělá.

Na Zábělě byla průměrná váha ryb 87,3 g, přičemž kapři vážili průměrně 168,7 g a plotice 54 g (Graf 32). Opět tedy rozdíly mezi hospodářsky významnými druhy a těmi ostatními byly na této lokalitě méně akcentované. Zároveň lze také jednoznačně shrnout, že větší a těžší kořist lovíli kormoráni na Žehuňském rybníku. Ryby ulovené na Berounce byly průměrně menší.



Graf 32. Rozpětí vah ryb (g) odpovídající identifikovaným vzorkům pro vybrané druhy ryb ve všech vzorcích v lokalitě Zábělá.

Pro srovnání, studie Čech et al. (2008) uvádí průměrnou hmotnost lovených ryb lovených v mírné zimě na Želivce 109 g a v chladné zimě na Slapech 157 g s tím, že v zimě kormoráni loví hlavně snadněji polykatelné ryby a širší možnosti ve výběru kořisti poskytuje také snížená rychlost ryb.

Z výsledků studie Čech (2004) z vyrovnávací nádrže Lipno II ze zimy 2004/2005 vyplývá, že největší podíl na kořisti představovaly především ryby do 20 cm, s průměrnou velikostí 18,6 cm. Přičemž dominující rybou byla plotice ve velikostech 10-30 cm, dále jelec tloušť 7-35 cm a okoun říční 9-37 cm. Průměrná hmotnost ryb na Lipně byla 114 g. Tyto výsledky jsou se zjištěnými závěry provedené potravní analýzy obecně srovnatelné (opět až na výraznou roli kapra obecného v obou námi sledovaných lokalitách).

Jako průměrnou velikost kormoránem lovených ryb na řekách uvádí Santoul et al. (2004) ve své francouzské studii průměrnou velikost 5,8-48 cm. Le Louarn popisuje průměrnou délku ryb 8-15 cm a hmotnosti 100-300 g (v průměru 280 g). Suter (1997) jako nejčastější rozměry ryb lovených na jezerech 15-35 cm.

Dle Čecha (2012) a jeho poznatků z potravních analýz zimujících kormoránů vyplývá, že až 93,1 % potravy tvořily ryby do 20 cm. Dominující kořisti na Vltavě ve Vyšším Brodu byly plotice o délce 10-29 cm a jelci tlouští s rozměry 7-35 cm. V analýze potravních vývržků na Zábělé však ryby do 20 cm představovaly pouze 63 % z celkového množství. Na Žehuňském rybníce byly průměrně ulovené ryby ještě větší. Celkově tedy oproti této studii shledáváme, že kormoráni na námi zvolených lokalitách loví větší ryby.

Na zimovišti v Praze na Vltavě se dle Čecha (2012) jako dominantní druh objevily také plotice s 5-22 cm a jako druhý nejvíce dominantní cejn velký v délkách 7-22 cm. De Nie (1995) uvádí jako nejčastější průměrnou délku dominujících plotic v pomalu tekoucích vodách délku 24,1. Dirksen et al. 1995 na mělkých jezerech v Holandsku během zimování plotice 31 cm, okoun v 10 % a v maximu 29 cm. Průměrná velikost námi zjištěných plotic v potravě kormoránů na řece Berounce byla výrazně nižší (15,8 cm), viz Graf 31.

Čech (2008) ve svém článku popisuje, že druhové i velikostní složení potravy kormorána, včetně preferovaného velikostního optima, je často výsledkem silného antropogenního působení. V zimě si navíc kormoráni musí vybírat kvůli nízké teplotě vody a vzduchu kořist o velikosti až 40 cm (Čech, 2008). Jako možný návrh eliminace odlovení nechtěných druhů ryb navrhuje Čech (2008) vysazování trofejních ryb větších než 40 cm nebo vyrybnění vodní plochy ještě před přiletem kormoránů.

Srovnání podílu hospodářsky významných druhů ryb ve sběrových lokalitách

Na Žehuňském rybníku tvořily hospodářsky cenné druhy ryb (kapr obecný, amur bílý, štika obecná, candát obecný a lín obecný) z hlediska početnosti celkem 30 %. Ve vztahu k biomase ale představují hospodářsky významné druhy téměř 70 %. Průměrná hmotnost těchto ryb v této lokalitě se pohybovala především v rozmezí 200-450 g, přičemž průměrná hmotnost byla 323 g (Graf 30). Nejčastější velikostí hospodářsky významných ryb byly 23-36 cm, průměrná velikost 26,2 cm (Graf 29).

Na řece Berounce hospodářsky ceněné druhy (kapr obecný, amur bílý, štika obecná, candát obecný, lín obecný a bolen dravý) představovaly oproti Žehuňskému rybníku výrazně nižší podíl. Průměrná velikost těchto ryb zde byla 17,8 cm a jejich průměrná hmotnost dosahovala 87,3 g. Nejvíce zde byly hospodářsky významné ryby loveny v rozměrech 20-30 cm a hmotnostech 100-280 g.

Dle výsledků této studie ulovili kormoráni výrazně více hospodářsky cenných druhů ryb na Žehuňském rybníku a zároveň zde byly tyto ryby výrazně větší a těžší, což bylo vzhledem k jeho charakteru jako chovného rybníku očekáváno.

Srovnání pestrosti druhového spektra lovených ryb ve sběrových lokalitách

Vzhledem k charakteru obou sběrných lokalit (chovný Žehuňský rybník a řeka Berounka na Záběle), byla předpokládána vyšší druhová diverzita ryb v potravě kormorána na řece

Berounce. Tuto hypotézu potvrdila i analýza za pomoci Shannonova indexu diverzity (H'), který jasně poukázal na Žehuňský rybník (ač průtočný řekou Cidlinou), jako na druhově chudší lokalitu. Tento rozdíl se ale na základě dostupných dat nepodařilo statisticky prokázat.

Obecně byla hodnota H' pro Žehuňský rybník nižší, než na Berounce (na Žehuni se hodnota Shannonova indexu pohybovala mezi 1,6-1,7). Řeka Berounka, jakožto hlavní zdroj potravy kormoránů, tak byla z hlediska potravy kormoránů druhově výrazně bohatší (hodnoty Shannonova indexu se zde pohybovaly mezi 2-2,3).

V potravě kormoránů se na Žehuňském rybníce objevilo celkem 16 druhů ryb z 3 čeledí (kaprovití – dominantní, okounovití, štikovití), oproti 21 druhům ryb z 3 čeledí (kaprovití – dominantní, okounovití, štikovití) na Berounce v lokalitě Zábělá. Oproti Žehuňskému rybníku se na řece Berounce v potravě kormoránů vyskytly: bolen dravý, cejn velký, jelec proudník, parma obecná a podoustev nosák, viz Tabulka 10.

Tento rozdíl je možné alespoň z části vysvětlit rozdílnými alternativními zdroji potravy pro kormorány v obou lokalitách. Zatímco v okolí Žehuňského rybníku by kormoránům mohla jako náhradní zdroj potravy sloužit pouze řeka Cidlina nebo nedaleké Labe, tak v okolí lokality Zábělá na Berounce se vyskytuje takovýchto potenciálních vodních ploch pro lov ryb mnohem více. Mezi tyto patří mimo jiné stojaté vodní plochy nebo řeky: Bolevecké rybníky, údolní nádrže České údolí, Ejpovice, Klabava a Hracholusky a dále řeky Mže, Radbuza, Úhlava, Úslava a Střela.

Tabulka 10. Porovnání výskytu druhů ryb v potravě kormorána velkého v lokalitě Žehuňský rybník a Zábělá (Berounka).

Druh ryby	Žehuňský rybník (n)	Zábělá – Berounka (n)
Amur bílý (<i>Ctenopharyngodon idella</i>)	14	84
Bolen dravý (<i>Aspius aspius</i>)	-	6
Candát obecný (<i>Sander lucioperca</i>)	3	19
Cejn velký (<i>Abramis brama</i>)	-	68
Cejnek malý (<i>Blicca bjoerkna</i>)	80	70
Hrouzek obecný (<i>Gobio gobio</i>)	1	39
Jelec jesen (<i>Leuciscus idus</i>)	1	14
Jelec proudník (<i>Leuciscus leuciscus</i>)	-	34
Jelec tloušť (<i>Squalius cephalus</i>)	6	172
Ježdík obecný (<i>Gymnocephalus cernuus</i>)	1	8
Kapr obecný (<i>Cyprinus carpio</i>)	81	56
Karas stříbřitý (<i>Carassius auratus</i>)	3	2
Lín obecný (<i>Tinca tinca</i>)	3	9
Okoun říční (<i>Perca fluviatilis</i>)	49	180
Ostroretka stěhovavá (<i>Chondrostoma nasus</i>)	1	15
Ouklej obecná (<i>Alburnus alburnus</i>)	1	71
Parma obecná (<i>Barbus barbus</i>)	-	2
Perlín ostrobřichý (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>)	2	7
Plotice obecná (<i>Rutilus rutilus</i>)	144	533
Podoustev nosák (<i>Vimba vimba</i>)	-	5
Štika obecná (<i>Esox lucius</i>)	8	43

Využití požerákových zubů a drtících destiček kaprů a amurů pro výpočet parametrů délky a váhy ryb

Zcela novým poznatkem, který přináší tato práce, je sledování poměru zachování drtících destiček a požerákových kostí kapra obecného a amura bílého ve vývržcích kormoránů a způsob jejich použití při výpočtu délkových a hmotnostních parametrů ryb.

V důsledku působení silných žaludečních šťáv v trávicím traktu kormorána, došlo v mnoha případech ke značnému poškození, či úplné absenci požerákových kostí, jakožto preferovaného diagnostického materiálu. Velmi často se ale zachovávaly drtící destičky, které díky zjištěné lineární závislosti na velikosti požeráku mohly posloužit jako náhradní řešení pro výpočet délek ryb místo neúplných, silně poškozených požerákových kostí (M. Čech, P. Ráslová, vlastní data).

Podobně lze tyto destičky použít i u jiných kaprovitých ryb, např. cejna velkého, cejnka malého, jelce jesena, jelce tlouště, lína obecného nebo plotice obecné (Čech, 2014).

Při porovnání poměru zachování požerákových zubů a drtících destiček kaprů a amurů bylo sledováno celkem 198 vzorků. Použití dvou zmiňovaných diagnostických elementů bylo rozděleno do 4 kategorií (Tabulka 4 a 5 v metodické části), kdy se ve vzorcích zachovaly a k výpočtu výsledných parametrů posloužily a) pouze drtící destičky; b) pouze požerákové kosti; c) drtící destička i požerákové kosti – použity drtící destičky; d) drtící destička i požerákové kosti – použity požerákové kosti.

Bylo zjištěno, že v případě kaprů se více a lépe zachovávaly hlavně drtící destičky (celkem v 74 případech z celkových 127), zatímco u amurů byly častěji pro výpočet délkových parametrů ryb používány požerákové zuby (celkem z 57 případů z celkových 71).

Závěr

Tato diplomová práce se zabývala potravní analýzou kormorána velkého na dvou konfliktních lokalitách Žehuňský rybník a Zábělá (řeka Berounka). Z provedené analýzy potravních vývržků, diagnostických kostí a zbytků ryb nalezených na nocovištích vyplývá, že početně nejvýznamnějším druhem na obou lokalitách byla plotice obecná, která zároveň představovala i největší celkový objem biomasy na lokalitě Zábělá, zatímco na Žehuňském rybníku tvořil největší podíl biomasy kapr obecný. Celkově největší část kořisti představovaly kaprovité ryby tvořící hejna.

Výrazně větší dostupnost dalších potenciálních vodních ploch pro lov ryb byla v okolí lokality Zábělá, což mělo nejspíše za následek i vyšší počet identifikovaných druhů ryb v kořisti kormorána, zatímco biodiverzita ichtyofauny Žehuňského rybníku je do určité míry limitována produkčním chovem ryb.

Celkově bylo na Žehuňském rybníku zjištěno 16 druhů, oproti 21 druhům na řece Berounce. Toto korelovalo i s výsledky Shannonova indexu diverzity, který byl pro lokalitu Zábělá vyšší (2,2 proti 1,74). Na dostupných datech se však nepodařilo prokázat, že by tento rozdíl byl statisticky významný.

Během sledovaného zimního období se potravní složení na obou lokalitách měnilo především u okounů říčních a cejnků malých, ale částečně (na Žehuňském rybníku) i u kaprů obecných, a to především na začátku zimy mezi prvními sběry vzorků.

Průměrná velikost úlovku na Žehuňském rybníku byla výrazně větší, než na řece Berounce. Tato závislost byla ještě markantnější v případě hospodářsky významných druhů ryb. Průměrná velikost a váha ryb v potravě kormorána na Žehuňském rybníku byla 20 cm a 140 g. Což je více v porovnání se Zábělou, kde ulovené ryby měly průměrnou velikost 18 cm a váhu 90 g.

U hospodářsky významných druhů ryb byla průměrná délka ryb na Žehuňském rybníku 26 cm a váha 320 g, kdežto Zábělé to byla průměrná délka 24 cm a váha 180 g. Ačkoliv byl podíl hospodářsky cenných ryb na obou lokalitách početně menšinový (27 % na Žehuňském rybníku a 15 % na Zábělé), tak jejich celková biomasa představovala výrazný podíl z celkově ulovených ryb (63 % na Žehuňském rybníku a 31 % na Zábělé).

Přehled citované literatury

- Adámek, Z., Kortan, D. (2003). Potravní spektrum kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo sinensis*). *Rybářství a predátoři, ČRS*: 27 – 35.
- Adámek, Z., Kortan, J., Flajšhans, M. (2007). Computer – assisted image analysis in the evaluation of fish wounding by cormorant [*Phalacrocorax carbo sinensis* (L.)] attacks. *Aquaculture International* 15, 3-4 (2007): 211-216.
- Andreska J., Rusňák Š. (2008). Ryby v potravě kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*) na zimovišti v Praze Tróji. XI. *Česká ichthyologická konference (sborník referátů)*: 14 – 19.
- Andreska, J., Čech, M., Rusňák, Š. (2007). Kormorán velký v Čechách a jeho potrava na zimovišti v Praze. *Živa* 5: 228 – 230.
- Barret, R. T., Camphuysen, K. C., Anker – Nilssen, T. Chardine, J. W., Furness, R. W., Garthne, S., ...& Veit, R. R. (2007). Diet studies of seabirds: a review and recommendations. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 64 (9): 1675 – 1691.
- Boström, M. K., Östman, Ö., Bergenius, M. A. J., and Lunneryd, S-G. (2012). Cormorant diet in relation to temporal changes in fish communities. – *ICES Journal of Marine Science* 69: 175–183.
- Carpentier, A., Paillisson, J. M., Marion, L. (2003). Assessing the interaction between cormorants and fisheries: the importance of fish community change. Interaction between fish and birds: implications for management: 187 – 195.
- Carrs, D. N., Ekins, G. R. (2002). Further European integration: mixed subspecies colonies of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* in Britain – colony establishment, diet, and implications for fisheries management. *Ardea* 90 (1): 23 – 41.
- Čech, M. (2004). Potrava kormorána velkého na údolních nádržích. *Rybářství* 2: 14 – 15.
- Čech, M. (2008). Do tajů biologie ryb, Predátoři ryb XLI. *Rybářství* 7: 26 – 29.
- Čech, M. (2012). Potrava kormorána velkého (*Phalacrocorax carbo*) v povodí Vltavy: shrnutí výsledků. *Sylvia* 48: 39 – 55.
- Čech, M. (2014). Klíč diagnostických kostí vybraných druhů ryb ichtyofauny ČR. *Biologické centrum AV ČR v.v.i., Hydrobiologický ústav* (dostupný v PDF na www.fishecu.cz).
- Čech, M., Čech, P. (2009). Potrava kormorána velkého na vodárenské nádrži Želivka. *Sborník vlastivědných prací z Podblanicka* 48/2009: 91 – 105.

- Čech, M., Čech, P., Kubečka, J., Prchalová, M., Draštík, V. (2008). Size selectivity in summer and winter diets of great cormorant (*Phalacrocorax carbo*): Does it reflect season – dependent difference in foraging efficiency? *Waterbirds* 31 (3): 438 – 447.
- Čech, M., Hladík, M. (2005). Potrava kormorána velkého (Vltava ve Vyšším Brodu, zima 2004/05). *Rybářství* 12: 8 – 9.
- Čech, M., Vejřík, L. (2011). Winter diet of great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) on the River Vltava: estimate of size and species composition and potential for fish stock losses. *Folia Zoologica* 60 (2): 129 – 142.
- De Nie, H. (1995). Changes in the inland fish populations in Europe in relation to the increase of the cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Ardea* 83: 115 – 122.
- Dirksen, S., Boudewijn, T. J., Noordhuis, R., Marteijs, E. C. L. (1995). Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in shallow eutrophic freshwater lakes: prey choice and fish consumption in the non – breeding period and effects of large – scale fish removal. *Ardea* 83 (1): 167 – 184.
- Duffy, D. C., Jackson, S. (1986). Diet studies of seabirds: a revive of method – *Colonial Waterbirds* 9: 1 – 17.
- Duffy, D. C., Laurenson L. J. B. (1983). Pellets of Cape Cormorants as indicators of diet. *Condor* 85 (3): 305 – 307.
- Emmrich, M., Düttmann, H. (2011). Seasonal shifts in diet composition of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* foraging at a shallow eutrophic inland lake. *Ardea* 99: 207 – 216.
- Fonteneau, F., Paillisson, J. M., Marion, L. (2009). Relationship between bird morphology and prey selection in two sympatric Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* subspecies during winter. *Ibis* 151: 286 – 298.
- Gardener, M. (2014). Community Ecology: Analytical methods using R and Excel.
- Gremillet, D., Argentin, G. (1998). Cormorants, shags and fisheries in the Chausey Islands area. *Le Cormoran* 10 (47): 196 – 202.
- Gremillet, D., Wanless, S., Carss, D. N., Linton, D., Harris, M. P., Speakman, J. R., Le Maho, Y. (2001). Foraging energetics of arctic cormorants and the evolution of giving birds. *Ecology Letters* 4 (3): 180 – 184.
- Hudec K. et al. (1994). Fauna ČR a SR. Ptáci I. Academia Praha.
- Hudchenson, K. (1970). A test for comparing diversities based on Shannon formula. *Journal of theoretical Biology*.

- Keller, T. (1995). Food of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Bavaria, Southern Germany. *Ardea* 83 (1): 185 – 192.
- Kenedy, G. J. A., Geer, J. E. (1988). Predation by cormorants, *Phalacrocorax carbo* (L.), on the salmonid populations of an Irish river. *Aquaculture and Fisheries Management* 19: 159 – 170.
- Le Louarn, H. (2003). Qualitative and quantitative estimation of the great cormorant *Phalacrocorax carbo* diet. *Cormorant Research Group Bulletin* 5: 26 – 30.
- Liordos, V., Zogaris, S., Papandropoulos, D. (2011). Great Cormorant *Phalacrocorax carbo* food and human perceptions at the Amvrakikos Gulf, western Greece. In *Proceedings 7th Intl. Conf. Cormorants Liordos et al* (p. 102).
- Marquiss, M., Carss, D. N. (1994). Avian piscivores: basis for policy.
- Mellin, M., Mirowaka-Ibrón, I., Martyniak, A. (1997). Food composition of cormorants *Phalacrocorax carbo* shot at two fish farms in north – east Poland. *Ekologia Polska* 45 (1): 247.
- Musil, P., Janda, J., De Nie (1995). Changes in abundance and selection of foraging habitat in cormorants *Phalacrocorax carbo* in South Bohemia (Czech Republic). *Ardea* 83: 247 – 253.
- Musil, P., Macháček, P., Musilová, Z., Pavelka, K., Podhrazský M. (2011). Počet hnízdících párů kormorána velkého v České republice v roce 2011. *Aythya* 4: 88 – 89.
- Musilová, Z., Musil, P., Prokešová, E. (2014). Mezinárodní sčítání vodních ptáků v České republice v lednu 2012. *Aythya* 5: 1 – 13.
- Platteeuw, M., Van Eerden, M. (1995). Time and energy constraints of fishing behaviour in breeding Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at lake IJsselmeer, The Netherlands. *Ardea* 83: 223 – 234.
- Prchalová, M., Kubečka, J., Jůza, T., Říha, M., Jarolím, O. & Tušer, M. (2005). Komplexní průzkum rybí obsádky vodárenské nádrže Želivka v roce 2004. *Hydrobiologický ústav AV ČR, České Budějovice*.
- Prchalová, M., Kubečka, J., Vašek, M., Peterka, J., Sed'a J., Jůza, T., Říha, M., Jarolím, O., Tušer, M., Kratochvíl, M., Čech, M., Drašík, V., Frouzová, J. & Hohašová, E. (2008). Distribution patterns of fishes in a canyon – shaped reservoir. *Journal of Fish Biology* 73: 54 – 78.

- Santoul, F., Hougas, J. B., Green, A. J., Mastroiillo, S. (2004). Diet of great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Malause (South – West France). *Archiv für Hydrobiologie* 160 (2): 281 – 287.
- Suter, W. (1997). Roach rules: shoaling fish are constant factor in the diet of Cormorants *Phalacrocorax carbo* in Swithezland. *Ardea* 85: 9 – 27.
- Šťastný, K., Bejček, V., Hudec, K. (2006). Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001 – 2003. *Aventinum, Praha*.
- Van Dobben, W. H. (1952). The food of the Cormorant in the Netherlands. *Ardea* 40 (1 – 2): 1 – 63.
- Van Eerden, M. R., Voslamber, B. (1995). Mass fishing by Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*: at Lake Dsselmeer, The Netherlands: a recent and succesfull adaption to a turbid environment. *Ardea* 83: 199 – 212.
- Van Rijn, S., Van Eerden, M. (2003). Cormorants in the Ijsselmeer area: competitor or inducator? *Cormorant Research Group Boulletin* 5: 31 – 32.
- Vejřík, L., Rusňák, Š., Andreska, J. (2009). Potrava kormoránů v Praze aneb Od spekulací k faktům. *Rybářství* 5: 52 – 54.
- Veldkamp, R. (1997). Cormorants *Phalacrocorax carbo* in Europe. A first step towards European management plan. National Forest and Nature Agency, Denmark and National Reference Centre for Nature Management, The Netherlands.
- Voslamber, B., Platteeuw, M., Van Erden, M. R. (1995). Solitary foraging in sand pits by breeding cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*: does specialised knowledge about fishing sites and fish behaviour pay off. *Ardea* 83 (1): 199 – 212.
- Vrána, P. (2014). Kormorán velký a jeho vliv na biotop našich řek. *Management péče a předcházení škodám na hraničních vodách (sborník referátů)*: 26 – 29.
- Wziątek, B., Martyniak, A., Krzywozs, T., Mierzejewska, K., Kozłowski, J., Szymńska, U., Mellin, M. (2011). *Comparison of the Cormorants diet in breeding colony and a night roost in Mamry Lake complex North Eastern Poland*. In *Proceedings 7th Intl. Conf. Cormorants Liordos et al* (p. 112).
- Zijlstra, M., Van Eerden, M., R. (1995). Pellet production and the use of otholits in determining the diet of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*: Trials with captive birds. *Ardea* 83 (1): 123 – 131.

Internetové zdroje

www.zehunskyrybnik.webnode.cz

www.fishbase.com